Изданіе С. Н. Поповой.
ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ БИБЛІОТЕКА.

И. Сѣченовъ.

ФИЗІОЛОГИЧЕСКІЕ ОЧЕРКИ.

Часть I.

Съ 12 рисунками.

№ 8.

Изданіе О. Н. ПОПОВОЙ.
ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ БИБЛІОТЕКА.

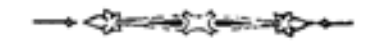
И. Сѣченовъ.

ФИЗІОЛОГИЧЕСКІЕ ОЧЕРКИ.

Часть I.

Съ 15 рисунками.

№ 8.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ
Текстъ печатанъ въ типографіи И. Н. Скороходова, Надеждинск., 43.
1898.

Обложка и титулъ печатаны въ типографіи **Б. М. Вольфа**
Разъѣзжая, 15.

ФИЗІОЛОГИЧЕСКІЕ ОЧЕРКИ.

Естественная группировка жизненныхъ процессовъ.

Принимая на себя обязательство представить въ общедоступной формѣ самыя крупныя черты животной жизни, я принужденъ принять за исходную точку ихъ описанія ту сумму свѣдѣній о животномъ тѣлѣ, которой обладаетъ обыкновенно образованная часть публики. Только при этомъ условіи въ ходѣ моей мысли не будетъ для читателя ничего насильственнаго, и ему не придется многаго принимать на вѣру. По счастью, физіологическія свѣдѣнія, вытекающія изъ уроковъ практической жизни, совпадаютъ съ основными результатами современной физіологіи, и потому могутъ быть положены въ основу общаго плана нашихъ бесѣдъ. Они дадутъ мнѣ возможность не только привести въ порядокъ весь матеріалъ, подлежащій описанію, но и обозначать путь, которымъ намъ слѣдуетъ идти при рѣшеніи будущихъ вопросовъ.

Остановимся прежде всего на рабочемъ домашнемъ животномъ.

Вся жизнь его, если смотрѣть на нее объективно, проходитъ въ томъ, что оно ѣстъ, пьетъ, дышетъ, выдѣляетъ изъ тѣла жидкости и работаетъ (всю психическую сторону его жизни я оставляю пока въ сторонѣ). Изъ всѣхъ этихъ жизненныхъ дѣятельностей человѣкъ утилизируетъ въ рабочемъ скотѣ преимущественно его способность производить механическую работу. Это невольно заставило его подсмотрѣть

главнѣйшія условія, которыми управляется рабочая сила въ животномъ, и посмотрите, что изъ этого вышло: всякій простолюдинъ знаетъ, что источникомъ рабочей силы служитъ пища: онъ даже умѣетъ отличать качества ея, при которыхъ возможна болѣе или менѣе трудная работа. Уже одинъ этотъ фактъ въ глазахъ образованнаго человѣка можетъ служить намекомъ, что животное, въ дѣлѣ произведенія механической работы дѣйствуетъ какъ машина, такъ, какъ самое основное свойство машины и заключается именно въ томъ, что она можетъ работать только насчетъ силъ, приложенныхъ къ ней извнѣ. Смотря на дѣло съ такой точки зрѣнія, можно было бы поставить въ причинную связь съ механической работой не только актъ принятія пищи, но и прочіе, неутилизируемые человѣкомъ жизненные процессы;— стоило бы, напр., взглянуть на работу животнаго, какъ на работу паровой машины, и тогда пища получила бы значеніе топлива, дыханіе стало бы равнозначуще притоку воздуха, необходимаго для горѣнія, и наконецъ всѣ изверженія животнаго тѣла уподобились бы золѣ, дыму и прочимъ продуктамъ сгоранія. На это сдѣлано было бы, конечно, тотчасъ же возраженіе, что животное дышетъ и выдѣляетъ жидкости изъ тѣла какъ во время работы, такъ и при покоѣ; но на него отвѣтить очень легко.—Работа въ животномъ производится мышцами, двигающими при своемъ сокращеніи костями туловища, переднихъ и заднихъ ногъ (изъ движеній животнаго на работу употребляются, какъ извѣстно, только тѣ движенія, изъ которыхъ слагается актъ ходьбы); но сверхъ этихъ мышцъ, въ тѣлѣ есть много и другихъ, которыя работаютъ безпрерывно всю жизнь, напр., мышцы сердца, приводящія въ движеніе кровь мышцы груди производящія дыхательныя движенія и пр.; стало быть понятіе о покоѣ животнаго лишь относительное,—въ сущности оно работаетъ механически всю жизнь безъ перерыва, даже въ то время, когда спитъ.

Поэтому, на основаніи сказаннаго мы имѣемъ право думать, что въ дѣлѣ произведенія механическихъ работъ, совершающихся при посредствѣ мышцъ, животное тѣло дѣйствуетъ какъ машина.

Сверхъ этихъ услугъ, животное даетъ человѣку цѣлый рядъ такъ-называемыхъ животныхъ продуктовъ — молоко, жиръ, шерсть и пр. Здѣсь тѣло животнаго является въ глазахъ раціональнаго хозяина въ родѣ химической фабрики или завода внутри котораго совершается переработка пищевыхъ веществъ въ перечисленные продукты! И здѣсь как въ предыдущемъ случаѣ, оказывается тѣсная связь между количествомъ и качествомъ пищи съ одной стороны количествомъ и качествомъ выработанныхъ продуктовъ съ другой (напр., чтобы откормить животное, произвести въ его дѣлѣ усиленное образованіе жира, пища непремѣнно должна имѣть опредѣленный составъ). Это обстоятельство дѣйствительно можетъ служить ручательствомъ, что по крайней мѣрѣ часть пищевыхъ веществъ переработывается въ тѣлѣ животнаго въ составныя части молока, жира и пр., но отсюда нельзя еще заключить, что фабрикація ихъ совершается такимъ же образомъ, какъ искусственная переработка веществъ на фабрикахъ и заводахъ, такъ какъ до сихъ поръ безъ посредства животнаго тѣла изъ пищи нельзя было искусственно получить ни одного изъ животныхъ продуктовъ. Тѣмъ не менѣе наука обладаетъ строгимъ доказательствомъ, что фабрикація эта стоитъ подъ тѣми же общими законами, какіе управляютъ искусственною переработкою веществъ на химическихъ заводахъ. Вотъ въ чемъ дѣло. Въ основѣ всякаго химическаго производства лежитъ слѣдующій непреложный законъ, вытекающій изъ закона Лавуазье о неразрушаемости матеріи: какой бы переработкѣ ни подвергался данный матеріалъ, при этомъ не созидается вновь, но и не разрушается ни одного атома вещества. Этотъ-то общій законъ и приложимъ всецѣло къ химическимъ пре-

вращеніямъ внѣшняго вещества, при переходѣ его черезъ животное тѣло. Если собрать и взвѣсить за опредѣленный періодъ времени весь вещественный приходъ тѣла, т.-е. пищу питье и кислородъ вдыхаемаго воздуха съ одной стороны а съ другой — все количество изверженій тѣла (т.-е. калъ, мочу, кожныя и легочныя испаренія) за то же время, то у взрослаго человѣка, съ неизмѣннымъ вѣсомъ тѣла, величины эти всегда оказываются равными другъ другу.

Этотъ фактъ, указывая на то что тѣло животнаго, въ дѣлѣ химической переработки пищевыхъ веществъ, не способно ни созидать, ни разрушать матеріи, сразу доказываетъ, что всѣ вообще выдѣляемые тѣломъ наружу соки перерабатываются изъ пищи, притомъ по тѣмъ же основнымъ законамъ, какіе управляютъ всѣми вообще химическими производствами на фабрикахъ и заводахъ.

Если же опыты взвѣшиванія вещевого прихода и расхода дѣлать при условіяхъ, когда тѣло растетъ, увеличивается въ вѣсѣ, то всегда оказывается перевѣсъ на сторонѣ вещевого прихода надъ расходомъ, и именно настолько, сколько прибавилось въ вѣсѣ тѣло [1]).

Отсюда же слѣдуетъ, что самыя составныя части тѣла, т.-е. ткани, фабрикуются изъ пищи по тѣмъ же основнымъ законамъ, какъ и его изверженія.

И такъ, жизненные химическіе процессы въ животномъ тѣлѣ подчинены общимъ законамъ химическихъ превращеній вещества.

Соедините теперь оба полученные главные результата вмѣстѣ и посмотрите, къ какому важному выводу приводятъ насъ указанія практической жизни, при самой маленькой помощи со стороны науки: животное тѣло является

[1]) Въ случаяхъ, когда тѣло уменьшается въ вѣсѣ, величина вѣсовой убыли всегда равняется избытку расхода надъ приходомъ.

машиной, производящей насчетъ внѣшняго вещества рядъ разнообразныхъ механическихъ и химическихъ работъ, въ формѣ приготовленія соковъ и тканевыхъ элементовъ тѣла.

Въ эту общую рамку укладываются въ сущности всѣ жизненные процессы, которыми характеризуется жизнь животнаго индивидуума. Въ самомъ дѣлѣ, если животное тѣло есть машина, то жизнь его не можетъ опредѣляться ничѣмъ инымъ, какъ совокупностью всѣхъ производимыхъ машиной работъ. Въ нашу рамку укладываются слѣдовательно, рядомъ съ происхожденіемъ обычныхъ изверженій животнаго тѣла, и образованіе такихъ продуктовъ какъ пухъ, шерсть, шелкъ, рогъ, кость, жиръ и пр.,—рядомъ съ актами подвижности и такія проявленія, какъ пѣніе птицы, свѣченіе свѣтляка или разряды электрическаго угря. Но куда же отнести всю область психической жизни вообще и въ частности способность животныхъ чувствовать, которою животное характеризуется по преимуществу?

Отвѣтъ на это даетъ опять-таки устройство машинъ.

Во всякой машинѣ, устроенной руками человѣка, всегда можно различать части, составляющія собственно рабочій механизмъ, и придатки, которыми регулируется ходъ машины. Такъ, въ вѣтряной мельницѣ рабочій механизмъ состоитъ изъ крыльевъ и передаточныхъ звѣньевъ отъ нихъ къ стояку съ жерновомъ, а регуляторами служатъ тѣ придатки, при посредствѣ которыхъ мельникъ пускаетъ машину въ ходъ или останавливаетъ ее, умѣряетъ или ускоряетъ ея работу. Такъ и въ животномъ тѣлѣ, рабочій механизмъ, производящій, наприм., перемѣщеніе всего тѣла при ходьбѣ или перемѣщеніе однѣхъ рукъ при какой-нибудь работѣ, состоитъ изъ мышцъ, прикрѣпленныхъ къ костямъ туловища, рукъ и ногъ; но сами по себѣ, безъ толчковъ изъ нервной системы эти механизмы молчатъ, не работаютъ. А между тѣмъ кто же не знаетъ, что человѣкъ и животное

способны управлять такимъ движеніемъ самымъ разнообразнымъ образомъ:—начинать ходьбу, ускорять, замедлять и вовсе останавливать ее, измѣнять направленіе (поворачивать вправо, влѣво, или даже пятиться назадъ) и характеръ движенія (напр., при восхожденіи на гору или при спускѣ съ нея). Значитъ, регуляторы движеній лежатъ у животнаго въ нервной системѣ. Но что же заставляетъ ихъ дѣйствовать? Въ вѣтряной мельницѣ это дѣлаетъ рука мельника, руководимая чувствомъ и разумомъ. Замѣтивъ глазомъ или слухомъ, что машина начинаетъ работать или слишкомъ скоро, или слишкомъ медленно, онъ пускаетъ въ ходъ тотъ или другой регуляторъ, устраняющій замѣченную неправильность; и такое дѣйствіе его всякій назоветъ цѣлесообразнымъ. Но не то ли же самое мы видимъ, когда животное приспособляетъ, напр., свой бѣгъ къ условіямъ мѣстности? Чѣмъ, какъ не зрѣніемъ и разсужденіемъ руководится оно, сворачивая въ сторону, перепрыгивая черезъ канаву, останавливаясь передъ пропастью и пр.? Черезъ посредство глазъ нервная система животнаго получаетъ извнѣ сигналъ о препятствіяхъ на пути, и изъ нервной же системы посылаются импульсы, цѣлесообразно видоизмѣняющіе движеніе по характеру, скорости и направленію. Еще яснѣе выступаетъ такое согласіе между регулирующимъ дѣйствіемъ и чувственнымъ сигналомъ въ актахъ опорожненія пузыря и кишекъ. Тотъ и другой актъ начинается позывомъ — чувственнымъ сигналомъ, а кончается дѣйствіемъ двигательнаго снаряда, производящаго опорожненіе той или другой полости. Въ этихъ примѣрахъ выступаетъ съ особенной ясностью основной типъ устройства всѣхъ вообще рабочихъ регуляторовъ въ животномъ тѣлѣ. Повсюду они состоятъ изъ половины, которую слѣдуетъ назвать сигнальной, и изъ части, управляющей движеніями мышцъ (также отдѣленіемъ нѣкоторыхъ соковъ; напр., слезъ, слюны, желудочнаго сока и пр.). Благодаря первой поло-

смотрѣть нѣтъ ли въ тѣлѣ еще и такихъ процессовъ, которые происходятъ настолько скрытно, что ускользаютъ отъ непосредственнаго наблюденія.

Если животное тѣло сравнить съ машиной, особенно, если поставить его рядомъ съ машинными издѣліями рукъ человѣческихъ, то нельзя не замѣтить слѣдующей поразительной разницы между ними. Всѣ наши машины выстроены обыкновенно изъ матеріаловъ очень прочныхъ; въ составъ ихъ входятъ металлы, дерево камень и пр.; животная же машина, за исключеніемъ костей, выстроена изъ веществъ мягкихъ, полужидкихъ, притомъ веществъ до крайности легко разрушающихся (вспомнимъ, какъ быстро разрушаются мягкія части животнаго тѣла при гніеніи!); а между тѣмъ на свѣтѣ нѣтъ такой желѣзной машины, которая просуществовала бы 100 лѣтъ, тогда какъ животное тѣло можетъ существовать гораздо болѣе ста. Этотъ фактъ ставитъ на первый взглядъ между произведеніями рукъ человѣческихъ и животнымъ тѣломъ какую-то непроходимую бездну; если, однако, присмотрѣться къ дѣлу, то можно найти ключъ къ загадкѣ. Вообразимъ себѣ, что механику дана задача выстроить долговѣчную машину изъ легко и быстро разрушающагося матеріала. Какъ ему поступить въ такомъ трудномъ случаѣ? Единственный выходъ—устроить машину такимъ образомъ, чтобы малѣйшее разрушеніе вещества тотчасъ же возстановлялось притокомъ свѣжаго матеріала. При этомъ условіи машина, очевидно, можетъ существовать неопредѣленно долго Животное тѣло и устроено именно такимъ образомъ—въ немъ рядомъ съ разрушеніемъ вещества, существуетъ постоянное возстановленіе его. Въ обыкновенныхъ машинахъ различныя составныя части, рычаги, колеса, оси, скрѣпы и пр. выстроены изъ инертныхъ не возстановляющихся массъ, такъ сказать, изнашивающихся при работѣ и подъ вліяніемъ внѣшнихъ причинъ, оттого онѣ не долговѣчны; а въ животномъ тѣлѣ малѣйшая порча частей

винѣ, животное тѣло становится чувствительнымъ ко всякимъ перемѣнамъ въ состояніи или ходѣ животной машины, а при посредствѣ второй устраняются вытекающія изъ этихъ перемѣнъ неудобства. Такихъ регуляторовъ въ тѣлѣ множество, и они будутъ описаны въ главѣ о дѣятельностяхъ нервной системы: здѣсь же достаточно будетъ резюмировать все доселѣ сказанное слѣдующими общими замѣчаніями. Въ здравомъ умѣ безцѣльныхъ движеній животное не дѣлаетъ; и если они предпринимаются, то всегда съ цѣлью или получить какую-нибудь выгоду для тѣла, или устранить какое-нибудь неудобство. Что выводитъ въ самомъ дѣлѣ животное изъ покоя? Чувство голода, жажды, холодъ, внезапный испугъ; боль въ томъ или другомъ мѣстѣ тѣла, надоѣдливая муха, зовъ хозяина, видъ добычи или непріятеля и пр. и пр., словомъ, всегда какое-нибудь чувствованіе. И если двигательная реакція отвѣчаетъ по смыслу чувственному побужденію, то актъ получаетъ характеръ цѣлесообразности и разсудительности.

Такимъ образомъ у животныхъ *чувствованіе является звѣномъ въ цѣпи процессовъ, регулирующихъ дѣятельность рабочихъ органовъ, т.-е. мышцъ и (нѣкоторыхъ) железъ.*

О способности животныхъ размножаться я не буду говорить вовсе по слѣдующей простой причинѣ: въ теченіе нашихъ бесѣдъ мы будемъ имѣть дѣло исключительно съ такими дѣятельностями, которыми поддерживается индивидуальная жизнь животныхъ и которыя совершаются совершенно независимо отъ процессовъ дѣторожденія, обезпечивающихъ лишь видовую жизнь животнаго царства.

За симъ въ животномъ тѣлѣ не остается болѣе никакихъ новыхъ жизненныхъ проявленій, доступныхъ непосредственному наблюденію, и я могъ бы уже теперь воспользоваться добытыми фактами, чтобы выстроить на нихъ общій планъ нашихъ бесѣдъ. Но прежде нужно, конечно, по-

тотчасъ же пополняется притокомъ новаго матеріала. Съ этой цѣлью всѣ рычаги, скрѣпы, колеса животной машины пронизаны густой сѣтью каналовъ, по которымъ вѣчно течетъ кровь, этотъ пластическій матеріалъ, которымъ залѣпляются всѣ дыры въ организмѣ и который, въ свою очередь, безпрерывно пополняется притокомъ пищевыхъ веществъ. Вѣроятно, въ связи съ этими же процессами безпрерывнаго разрушенія и возстановленія вещества стоитъ другая особенность животной организаціи, заключающаяся въ такъ-называемомъ микроскопическомъ строеніи органовъ и тканей животнаго тѣла. Дѣло вотъ въ чемъ: если изслѣдовать подъ микроскопомъ очень тонкія пластинки стекла или металла, то въ нихъ не оказывается никакого строенія, тогда какъ малѣйшіе кусочки любой ткани тѣла представляютъ сочетанія разнообразныхъ формъ, то въ видѣ волоконъ, то въ видѣ болѣе или менѣе правильныхъ шаровъ или пузырьковъ. Такъ какъ эти микроскопическіе элементы тканей повсюду лежатъ отдѣльно другъ отъ друга, и каждый изъ нихъ образуетъ по отношенію къ сосѣдямъ самостоятельное цѣлое, то понятно, что при такомъ устройствѣ все тѣло распадается на безчисленное множество самостоятельныхъ микроскопическихъ участковъ. Предположимъ теперь, что означенные процессы разрушенія и возстановленія вещества происходятъ именно въ области этихъ маленькихъ территорій, тогда, очевидно, фокусы разрушенія становятся разсѣянными по тѣлу, и сферы ихъ въ каждомъ данномъ мѣстѣ сводятся на микроскопическіе размѣры. Оттого-то эти процессы и становятся неуловимыми для непосредственнаго наблюденія.

Итакъ, въ животномъ организмѣ, сверхъ перечисленныхъ выше явленій, существуетъ еще постоянный процессъ разрушенія и возстановленія элементовъ тѣла, и пластическимъ матеріаломъ для пополненія вещественныхъ убылей

служитъ та же пища, которая употребляется и на произведеніе работъ

Этимъ уже дѣйствительно исчерпывается вся сумма жизненныхъ явленій въ животномъ тѣлѣ и вотъ тотъ общій выводъ, къ которому привелъ насъ нашъ бѣглый анализъ ихъ: животное тѣло есть крайне своеобразная машина, непрерывно работающая на счетъ внѣшняго вещества, постоянно разрушающаяся и столько же постоянно возобновляющаяся.

Владѣя этимъ выводомъ, мы можемъ уже выстроить общій планъ изученія животнаго тѣла, т.-е. можемъ привести въ стройный порядокъ подлежащій нашему разсмотрѣнію матеріалъ и обозначить въ общихъ чертахъ тѣ пути, которыми нужно слѣдовать при изученіи явленій животной жизни вообще

Съ развитой точки зрѣнія, элементомъ, связующимъ всѣ жизненные процессы въ тѣлѣ, является поступающее въ него извнѣ вещество—пища, питье и кислородъ атмосфернаго воздуха. Прослѣдить судьбу внѣшняго вещества при его странствованіи по тѣлу значитъ описать всю исторію жизни.

Внѣшнее вещество входитъ въ тѣло двумя путями: пища и питье (твердыя и жидкія вещества) черезъ ротъ въ полость пищеварительнаго канала, а воздухъ (газообразное вещество) въ легкое. Пища и питье начинаютъ измѣняться уже въ пищеварительной полости, и измѣненія эти составляютъ такъ-называемый процессъ пищеваренія, вхожденіе же воздуха въ легкое составляетъ начало дыханія. Оба рода веществъ, какъ источники всѣхъ жизненныхъ дѣятельностей, должны разноситься по всѣмъ точкамъ тѣла; съ этой цѣлью они поступаютъ изъ пищевой и легочной полости въ кровь Для пищи и питья процессы эти принято собирать въ отдѣльную главу подъ именемъ всасыванія пищевыхъ веществъ изъ полости пищевого ка-

нала, тогда какъ вступленіе воздуха въ кровь обозначается какъ продолженіе дыхательнаго акта. Затѣмъ идетъ разноска внѣшняго вещества по тѣлу при посредствѣ движущейся крови—это процессъ кровообращенія. Въ кровеной полости внѣшнее вещество застаиваться не можетъ, такъ какъ всѣ элементы тѣла для которыхъ именно оно и предназначается, лежатъ внѣ этой полости; отсюда необходимость выступленія частей крови изъ кровеныхъ вмѣстилищъ. Выступивъ изъ нихъ, какъ пластическій матеріалъ, кровь возстановляетъ въ тканяхъ всѣ вещественныя убыли—это процессъ питанія; притекая къ сокоотдѣлительнымъ органамъ, железамъ, она снабжаетъ ихъ матеріаломъ для приготовленія соковъ; въ мышцахъ же подобно топливу паровыхъ машинъ, служитъ источникомъ развитія механическихъ силъ; а въ нервныхъ массахъ поддерживаетъ всѣ тѣ свойства ихъ, въ силу которыхъ онѣ способны возбуждаться различными внѣшними вліяніями и проводить импульсы къ рабочимъ органамъ. Во всѣхъ этихъ случаяхъ между кровью и тканью соотвѣтственныхъ органовъ происходитъ вещественный обмѣнъ: отдавая послѣднимъ матеріалы нужные для ихъ цѣлости и дѣятельности, она получаетъ изъ тканей продукты разрушенія—то, что уже отжило или стало негоднымъ для поддержанія дѣятельностей. Такимъ образомъ, непрерывнымъ теченіемъ крови по тѣлу достигаются двѣ цѣли: съ одной стороны, по тканямъ разносится переработанное внѣшнее вещество, съ другой, изъ всѣхъ точекъ тѣла собираются въ кровь, какъ въ общій сточный каналъ продукты разрушенія и удаляются уже отсюда сразу. Очисткой крови отъ твердыхъ и жидкихъ продуктовъ разрушенія завѣдуютъ почки (моча) и потовыя железы (потъ), а отъ газообразныхъ (угольная кислота и водяной паръ) легкія и кожа. Въ этомъ смыслѣ сокоотдѣлительные органы распадаются на двѣ группы. одни приготовляютъ соки, утилизируемые тѣломъ, напр. всѣ пище-

варительныя железы, а другіе служатъ исключительно для выведенія изъ тѣла продуктовъ разрушенія.

Такова естественная группировка жизненныхъ процессовъ животнаго тѣла—естественная по той причинѣ, что изъ нея, какъ впослѣдствіи увидимъ, непосредственно вытекаетъ основной смыслъ животной жизни.

Кровь, ея составъ и свойства.

Во введеніи было сказано, что внѣшнее вещество, пища, питье и кислородъ атмосфернаго воздуха служатъ потребностямъ организма не прямо, а черезъ посредство крови—они сначала поступаютъ въ кровь и уже ею разносятся по тѣлу Причина этому кроется въ несовмѣстимости чисто внѣшнихъ свойствъ пищи съ необходимостью притока внѣшняго вещества не къ одному какому-либо мѣсту тѣла, а ко всѣмъ точкамъ его, гдѣ есть потребность или въ пластическомъ матеріалѣ для пополненія потерь, или въ запасѣ вещества для производства работъ. Внѣшнее вещество должно непремѣнно имѣть жидкую форму, иначе доступъ его къ тканямъ невозможенъ, и притекать оно къ нимъ должно непрерывно, чтобы не было остановокъ въ дѣятельностяхъ изъ-за недостатка рабочаго или пластическаго матеріала. Всѣмъ этимъ условіямъ удовлетворяетъ кровь. Замкнутая въ себя система трубокъ, въ которой она помѣщается—кровеносная система—пронизываетъ густыми сѣтями толщу всѣхъ органовъ и тканей (за исключеніемъ только хрящей, роговицы глаза и верхнихъ слоевъ роговыхъ покрововъ съ ихъ отростками), и по сѣтямъ, благодаря непрерывной дѣятельности сердца, текутъ непрерывныя струи крови.

Значитъ, на кровь можно смотрѣть или какъ на передатчика внѣшнихъ веществъ тканямъ, къ которому вещества эти лишь временно примѣшиваются, или какъ на промежу-

точную инстанцію превращеній внѣшняго вещества, между измѣненіями его въ пищеварительной полости и превращеніемъ въ составныя части тканей Въ первомъ случаѣ мы должны были бы, повидимому, встрѣтить въ крови всѣ составныя части пищи, утилизируемыя пищевареніемъ, и ожидать вообще такого же непостоянства въ составѣ крови, насколько непостояненъ составъ пищи Во второмъ случаѣ наоборотъ, кровь должна была бы оставаться приблизительно неизмѣнной, потому что, будучи средой уже приспособленной къ питанію тѣла, она сохранялась бы въ цѣлости, подобно тканямъ, тѣмъ, что внѣшнее вещество поступало бы въ нее не какъ примѣсь, а какъ составная часть, соотвѣтственно произведеннымъ кровью тратамъ.

Если взять кровь животныхъ, рѣзко отличающихся по количественному и качественному составу ихъ обычной пищи, напримѣръ, кровь травояднаго и плотояднаго животнаго, и изслѣдовать ее внѣ пищеварительнаго періода, часовъ черезъ 10 послѣ принятія пищи, то вопросъ разрѣшается, повидимому, сразу во второмъ смыслѣ. Та и другая кровь почти одинаковы и по количественному, и по качественному составу: обѣ содержатъ на первомъ мѣстѣ по количеству бѣлки; въ обѣихъ приблизительно равное количество одинаковой золы, и лишь слѣды жира и сахара. А между тѣмъ, въ пищѣ у плотояднаго громадное количество бѣлковъ, много жира, клея и слѣды сахара; тогда какъ у травояднаго, при сравнительно маломъ содержаніи бѣлковъ, масса углеводовъ, переходящихъ при пищевареніи въ сахаръ, и почти нѣтъ жира. Такое постоянство въ составѣ крови и такая независимость ея отъ состава пищи можетъ быть объяснена, однако, еще и тѣмъ, что кровь, получая вещества извнѣ въ видѣ примѣси, очень легко освобождается отъ нихъ—тѣмъ ли, что примѣси вообще очень быстро переходятъ въ ткани, или выводятся изъ крови при посредствѣ какихъ-нибудь спеціальныхъ кровеочистительныхъ снаря-

довъ. Для большинства веществъ, притекающихъ въ кровь, дѣло и происходитъ дѣйствительно такъ. Вступивъ въ кровь, кислородъ держится въ ней лишь двѣ-три минуты и уходитъ (навѣрно $^1/_2$ всего количества) въ ткани. Излишки воды въ пищѣ и питьѣ, поступающіе въ кровь, застаиваться въ ней тоже не могутъ—ихъ удаляетъ кровеочистительный снарядъ, почка. Излишекъ бѣлковъ въ пищѣ, въ свою очередь, устраняется какимъ-то особымъ, неизвѣстнымъ по природѣ, приспособленіемъ въ тѣлѣ—чѣмъ богаче становится пища бѣлками, тѣмъ больше ихъ и разрушается. Пищевые жиры тоже только проходятъ черезъ кровь, оставаясь въ ней (послѣ принятія жирной пищи) лишь въ теченіе пищеварительнаго періода, т.-е. часовъ 7—8. Углеводы, вѣроятно, выходятъ изъ крови, благодаря своимъ физическимъ свойствамъ (способности къ гидродиффузіи, см. ниже), еще быстрѣе. И только въ отношеніи пищевыхъ бѣлковъ существуетъ мнѣніе, что передъ поступленіемъ въ кровь продукты пищеварительнаго измѣненія ихъ, пептоны и альбумозы, поглощаются въ толщѣ кишечной стѣнки лейкоцитами (бѣлыми кровеными шариками) и перерабатываются ими въ бѣлки жидкой части крови. Значитъ въ крови совмѣщаются оба значенія—и передаточнаго пути, и приспособленной среды.

Кровь есть преформированная среда, приспособленная для передачи внѣшнихъ веществъ тканямъ тѣла.

Преформирована она потому, что развивается (вмѣстѣ со своими вмѣстилищами) рядомъ съ прочими частями тѣла еще въ періодъ зародышевой жизни и, начиная отсюда, подобно тканямъ тѣла, сохраняется всю жизнь неизмѣнной по свойствамъ. Аналогія ея съ тканями увеличивается еще тѣмъ, что, помимо главной своей составной части, жидкой плазмы, она содержитъ форменные элементы, такъ называемые красные шарики (эритроциты) бѣлые ша-

рики (лейкоциты) и кровеныя пластинки. Кровь называютъ поэтому иногда разжиженной тканью.

Служа посредницей между внѣшнею средою и тѣломъ въ дѣлѣ снабженія его веществами, необходимыми для жизни, кровь исполняетъ такую же роль и въ обратномъ направленіи: черезъ ея посредство всѣ продукты распаденія, сдѣлавшіеся негодными, удаляются изъ тѣла во внѣшнюю среду. Легко понять въ самомъ дѣлѣ, что и эта роль всего болѣе свойственна крови, въ виду ея повсемѣстнаго распространенія, непрерывнаго движенія и, наконецъ, существованія снарядовъ (легкія, кожа и почки), которыми она постоянно очищается. Понятно далѣе, что чѣмъ исправнѣе дѣйствуютъ очистительные аппараты, тѣмъ меньше отжившихъ веществъ застаивается въ крови, и тѣмъ это выгоднѣе для тѣла; и мы дѣйствительно видимъ, что кровь содержитъ лишь слѣды (по вѣсу) послѣднихъ—слѣды даже тѣхъ изъ нихъ, которыя по справедливости считаются главными продуктами распаденія (угольная кислота и мочевина). Такъ, взрослый человѣкъ выводитъ въ сутки изъ тѣла до 900 грм. угольной кислоты, а во всей массѣ его крови (которая составляетъ около $^1/_{13}$ вѣса всего тѣла) въ каждую данную единицу времени не найдется свободной, т.-е. не связанной химически, угольной кислоты болѣе 1 грм. Суточное выдѣленіе мочевины равняется для взрослаго 25—30 грм., а въ крови ея меньше 0,02 проц.

Легко понять поэтому, что химическій характеръ жидкой части крови опредѣляется исключительно содержащимися въ ней бѣлками, да минеральными примѣсями (поваренной солью и щелочами).

По вѣсу кровь человѣка состоитъ приблизительно, на половину изъ жидкой части, или плазмы, и форменныхъ элементовъ; по объему же послѣдніе составляютъ всего $^1/_3$. Бѣлковъ въ плазмѣ (альбумина и глобулиновъ) 8—10%. Часть ихъ въ выпущенной изъ тѣла крови, при такъ-наз.

свертываніи послѣдней (свертывается собственно только плазма), выпадаетъ въ видѣ твердаго волокнистаго тѣла, называемаго фибриномъ Подобные же процессы свертыванія бѣлковыхъ тѣлъ при умираніи происходятъ. вѣроятно. повсюду въ протоплазмѣ клѣтокъ, по крайней мѣрѣ они доказаны для протоплазмы мышцъ, печеночныхъ и нервныхъ клѣтокъ; изъ жидкостей же тѣла, кромѣ крови, свертывается лимфа. Имѣетъ ли какое-либо жизненное значеніе присутствіе въ крови тѣлъ, наклонныхъ къ самопроизвольному свертыванію, неизвѣстно: вѣрно только одно — такія тѣла присутствуютъ во всѣхъ питательныхъ жидкостяхъ животнаго тѣла: въ крови, лимфѣ и бѣлкѣ куриныхъ яицъ. Но они, какъ было сказано, составляютъ лишь часть бѣлковъ плазмы За послѣдними во всей ихъ совокупности, признается важное физіологическое значеніе: бѣлки плазмы считаются главнымъ питательнымъ матеріаломъ тѣла, потому что только плазма, выходя изъ полости кровеносныхъ сосудовъ, приходитъ въ непосредственное сообщеніе съ тканями, красные же шарики нормально не покидаютъ своихъ вмѣстилищъ. На ихъ долю выпадаетъ другая, не менѣе важная роль.

Красные кровяные шарики, при протеканіи крови черезъ легкое, черпаютъ изъ атмосфернаго воздуха кислородъ и отдаютъ его въ волосныхъ сосудахъ тѣла тканямъ.

Такой способностью они обязаны ихъ главной составной части—гемоглобину. Тѣло это, равномѣрно пропитывающее безцвѣтный бѣлковый составъ кровяныхъ шариковъ, придаетъ имъ окрашенность и обусловливаетъ цвѣтъ крови. Его легко получить въ отдѣльности, и тогда оно способно кристаллизоваться Главное же свойство гемоглобина заключается въ его способности соединяться съ кислородомъ химически, но настолько слабо, что связь можетъ быть разрушена множествомъ вліяній Такъ, при кипяченіи крови въ

возобновляемой пустотѣ, достаточно согрѣвать ее до температуры животнаго тѣла, чтобы весь кислородъ вышелъ изъ шариковъ. Кромѣ того, онъ вытѣсняется изъ нихъ очень быстро другими газами, имѣющими къ гемоглобину болѣе сильное сродство (именно окисью углерода [1]) и окисью азота), также свѣжими желѣзными опилками, сѣрнистымъ аммоніемъ и проч Въ послѣднихъ двухъ случаяхъ кислородъ переходитъ отъ гемоглобина къ перетягивающимъ его тѣламъ и вступаетъ съ ними въ болѣе прочное соединеніе. Подобный же процессъ происходитъ и въ тканяхъ; оттого и было сказано выше, что шарики отдаютъ имъ зачерпнутый изъ воздуха кислородъ.

У человѣка и большинства млекопитающихъ красные шарики имѣютъ форму дисковъ съ вдавленными серединами и не содержатъ ядеръ. Обладаютъ, кромѣ того, значительной упругостью, что даетъ имъ возможность протискиваться по извилистымъ путямъ мельчайшихъ волосныхъ сосудовъ Въ движущейся крови они располагаются острыми ребрами въ направленіи струй, вслѣдствіе чего плывутъ спокойно, не вертясь и не увеличивая и безъ того уже громадныхъ сопротивленій для теченія крови Насколько малы размѣры шариковъ у человѣка (и вообще млекопитающихъ), можно судить потому, что въ 1 куб. миллим. крови, т.-е. въ объемѣ величиною съ булавочную головку, ихъ насчитываютъ до 5 милліоновъ; и такая масса занимаетъ только $^1/_3$ этого маленькаго объема.

Кромѣ красныхъ шариковъ, кровь содержитъ еще безцвѣтные или бѣлые шарики, попадающіе въ нее изъ лимфы, гдѣ эти элементы носятъ названіе лимфатиче-

---

[1]) Такое соединеніе происходитъ при угарѣ и ведетъ къ смерти, когда наибольшая часть кровяныхъ шариковъ соединится съ окисью углерода, которая отнимаетъ у гемоглобина способность соединяться съ кислородомъ вдыхаемаго воздуха.

скихъ тѣлецъ. По внѣшнему виду ихъ всего лучше можно опредѣлить, какъ неправильныеми кроскопической величины комочки безцвѣтнаго зернистаго и сократительнаго вещества съ ядромъ. При разсматриваніи лягушечьей крови подъ микроскопомъ, легко замѣтить, что они измѣняютъ безпрерывно форму, выпуская изъ своего тѣла и снова втягивая въ него отростки наподобіе амёбъ. Если при этомъ къ поверхности отростка случайно пристанетъ какая-нибудь маленькая порошинка, она втягивается въ глубь тѣла — бѣлые шарики какъ бы глотаютъ ее [1]). Благодаря своимъ сокращеніямъ, они могутъ ползать по поверхности микроскопнаго стеклышка. Подъ вліяніемъ электрическихъ разрядовъ скомкиваются въ неподвижные на нѣкоторое время шары и въ эту же форму переходятъ при обмираніи. Въ крови ихъ значительно меньше чѣмъ красныхъ. Среднимъ числомъ считаютъ на 300 красныхъ 1 бѣлый Опредѣленія эти имѣютъ, однако, мало значенія, потому что въ выпущенной изъ тѣла крови бѣлые шарики разрушаются массами, и разрушеніе это, какъ показали новѣйшія изслѣдованія, играетъ очень важную роль въ процессѣ свертыванія крови.

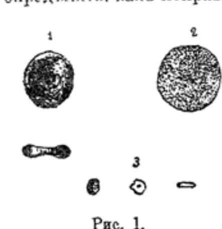


Рис. 1.
Сравнительные размѣры и форма красныхъ шариковъ (1), бѣлыхъ шариковъ (2) и кровяныхъ пластинокъ (3).

Третья морфологическая составная часть, кровяныя пластинки, суть безцвѣтные, клейкіе, двояковогнутые диски значительно меньше эритроцитовъ. Въ 1 куб. мм. ихъ насчитываютъ отъ 180 до 250 тысячъ. Въ выпущенной крови

[1]) То же дѣлаетъ, какъ увидимъ, протоплазма эпителія тонкихъ кишекъ въ отношеніи капелекъ жира.

онѣ быстро разрушаются. Функція ихъ мало извѣстна. Возможно, что онѣ служатъ матеріаломъ для образованія фибрина

У взрослаго человѣка количество крови считаютъ, среднимъ числомъ равнымъ $^1/_{13}$ вѣса всего тѣла.

Въ зрѣломъ организмѣ кровь, подобно прочимъ тканямъ тѣла, остается неизмѣнной по вѣсу и составу; а достигается это тѣмъ, что рука объ руку съ разрушеніемъ ея составныхъ частей идетъ ихъ возстановленіе. Траты вещества на пластику и работы изъ жидкой части крови покрываются притокомъ питательнаго матеріала изъ пищеварительной полости. Рядомъ съ непрерывнымъ разрушеніемъ красныхъ кровяныхъ шариковъ идетъ непрерывное возстановленіе ихъ. Первое имѣетъ мѣсто главнымъ образомъ въ печени и выражается превращеніемъ кровяной краски въ желчные пигменты; а возстановленіе, т.-е образованіе эритроцитовъ, совершается въ красномъ костномъ мозгу, наполняющемъ губчатыя части костей. Фактъ разрушенія бѣлыхъ кровяныхъ шариковъ не можетъ подлежать ни малѣйшему сомнѣнію, потому что несомнѣненъ фактъ постояннаго нарожденія ихъ въ сферѣ лимфатической системы и въ селезенкѣ. Если бы они не разрушались, то количество ихъ должно было бы возрастать безпредѣльно, а оно остается приблизительно постояннымъ, колеблясь между извѣстными предѣлами.

Движеніе крови.

Чтобы внести порядокъ въ описаніе этого процесса, я сравню кровеносный аппаратъ съ какимъ-нибудь городскимъ, хоть, напр., петербургскимъ, водопроводомъ; — тѣмъ болѣе, что по своему существенному значенію между ними большое сходство, такъ какъ тотъ и другой аппаратъ имѣютъ на-

значеніе снабжать организмы питательными жидкостями. Посмотримъ же, какъ устроенъ петербургскій водопроводъ. Въ основѣ его устройства лежитъ чрезвычайно простая мысль. Вообразите себѣ, что въ какомъ-нибудь мѣстѣ города, выше уровня петербургскихъ крышъ, помѣщенъ большой резервуаръ воды. Если изъ этого пріемника провести къ землѣ трубку и загнуть ее снова кверху, то, по закону сообщающихся сосудовъ, вода пойдетъ по трубкѣ кверху до тѣхъ поръ, пока не станетъ на одномъ уровнѣ съ водой въ резервуарѣ; другими словами. вода достигнетъ самыхъ верхнихъ этажей домовъ. Эта-то мысль и осуществлена въ здѣшнемъ водопроводѣ. Въ извѣстной всѣмъ водокачальной башнѣ, на верху ея, помѣщается огромный бакъ, служащій общимъ резервуаромъ для всей воды, расходящейся по Петербургу. Съ одной стороны, бакъ этотъ, при посредствѣ паровой машины, безпрерывно пополняется водой, накачиваемой снизу изъ Невы, съ другой—изъ него идетъ цѣлая система вѣтвящихся водопроводныхъ трубъ, разносящихъ воду по домамъ. Въ домахъ концы трубокъ открыты и снабжены кранами; ими водопроводъ и кончается. Въ городахъ существуетъ, однако, еще другая система трубъ, служащая какъ бы продолженіемъ водопроводовъ. Когда хозяйственныя потребности, для которыхъ проведена вода, удовлетворены, весь излишекъ ея и всѣ нечистоты сливаются въ водосточныя трубы. Эти послѣднія тоже представляютъ вѣтвящуюся систему и часто изливаютъ свое содержимое неподалеку отъ того источника, изъ котораго черпается для города свѣжая вода Въ этомъ случаѣ обѣ системы трубъ образуютъ почти замкнутое кольцо, по одной половинѣ котораго непрерывно течетъ свѣжая, нужная для хозяйства, вода, а по другой—та же вода, но уже испорченная продуктами домашняго хозяйства.

Кровеносная система человѣка и высшихъ животныхъ устроена именно по этому типу. Она образуетъ замкнутое

кольцо, состоящее изъ двухъ системъ вѣтвящихся трубокъ, назначенныхъ, съ одной стороны, для разнесенія по тѣлу свѣжей неиспорченной крови, съ другой для проведенія такой, которая обременена продуктами внутренняго хозяйства тѣла. Въ кровеносной системѣ, есть и центральная часть, соотвѣтствующая нашей водокачальной башнѣ—въ ней есть, наконецъ, и такіе механизмы, которые, подобно кранамъ, служатъ для выведенія питательной жидкости изъ полости кровеносныхъ трубокъ наружу. Единственная существенная разница въ устройствѣ водопроводовъ и кровеносной системы заключается лишь въ томъ, что послѣдняя образуетъ дѣйствительно замкнутое кольцо, т.-е. что въ ней испорченная жидкость вливается въ тотъ самый резервуаръ, изъ котораго черпается свѣжая кровь. Невыгода такого устройства сразу бросается въ глаза, но она устраняется тѣмъ, что у высшихъ животныхъ испорченная кровь, прежде чѣмъ достигнуть резервуара свѣжей жидкости, проходитъ черезъ цѣлую систему фильтровъ (цѣдилокъ).

Изъ этого общаго очерка устройства кровеносной системы легко уже понять, что задачи наши въ дѣлѣ описанія процесса движенія крови по тѣлу должны заключаться въ описаніи: 1) путей, по которымъ двигается какъ свѣжая, такъ и испорченная кровь; 2) устройства и дѣйствія тѣхъ снарядовъ, которые приводятъ въ движеніе тотъ и другой родъ крови; наконецъ, 3) въ описаніи снарядовъ, соотвѣтствующихъ кранамъ.

Итакъ, о путяхъ, по которымъ движется кровь.

Пути эти изучаются на трупахъ при посредствѣ наполненія ихъ изъ сердца какими-нибудь ярко окрашенными и способными застывать растворами (всего лучше растворами клея). Такія жидкости, вытѣсняя кровь и отвердѣвая, воспроизводятъ до мельчайшихъ подробностей всѣ каналы, по которымъ течетъ кровь. Впрыскиванія эти производятся

изъ сердца потому, что оно съ его полостями представляетъ центральный пунктъ, въ которомъ сходятся всѣ кровеносные пути. Поэтому же начинать наше описаніе всего удобнѣе съ сердца.

Этотъ органъ, лежащій въ полости груди и прикасающійся къ ея передней стѣнкѣ (слѣва, тамъ, гдѣ слышится толчекъ сердца) частью своей передней поверхности, всего проще представить себѣ въ формѣ полаго конуса съ закругленной верхушкой, раздѣленнаго внутри вертикальною и горизонтальною перегородкою на 4 полости: двѣ верхнія, называемыя предсердіями (правое и лѣвое), и двѣ нижнія, называемыя желудочками (правый и лѣвый). Вертикальная перегородка сердца сплошная, въ горизонтальной же есть 2 отверстія (0,0), называемыя венными и сообщающія каждое изъ предсердій съ желудочкомъ своей стороны. Емкости всѣхъ четырехъ полостей слѣдуетъ представлять себѣ равными (въ каждой изъ нихъ можетъ помѣститься до 180 грм. крови), тогда какъ стѣнки ихъ не одинаковой толщины: въ лѣвой половинѣ сердца онѣ вообще толще, чѣмъ въ правой, притомъ стѣнки желудочковъ толще стѣнокъ предсердій [1]). Венныя отверстія окружены лопастными клапанами (*c*, *d*), открывающимися изъ предсердій въ желудочки и захлопывающимися въ обратномъ направленіи. Въ началѣ же артерій сидятъ карманные клапаны, открывающіеся изъ желудочковъ въ артеріи и захлопывающіеся въ обратномъ направленіи.

Изъ этихъ полостей выходитъ цѣлая система вѣтвящихся и упругихъ какъ каучукъ трубокъ, называемыхъ вообще кровеносными сосудами. Изъ желудочковъ выходятъ трубки (по одной изъ каждаго), называемыя артеріями; изъ лѣваго—аорта А, изъ праваго—легочная

[1]) Значитъ, всего толще стѣнки въ лѣвомъ желудочкѣ, затѣмъ въ правомъ желудочкѣ, въ лѣвомъ и въ правомъ предсердіи.

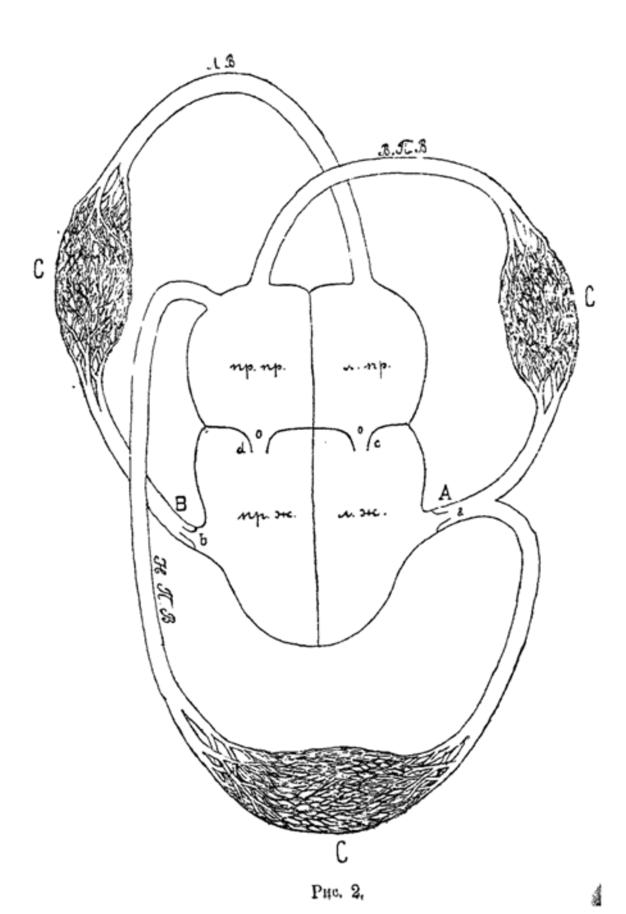


Рис. 2.

артерія В; онѣ характеризуются тѣмъ, что въ нихъ кровь течетъ въ направленіи отъ сердца, притомъ неравномѣрно, толчками, оттого онѣ бьются, пульсируютъ; въ предсердія же впадаютъ вены,—въ правое верхняя (В. П. В.) и нижняя (Н. П. В.) полая вены, въ лѣвое легочныя вены (Л. В.); по нимъ кровь течетъ ровною струею въ направленіи къ сердцу. Изъ всѣхъ этихъ сосудовъ одна только аорта съ ея вѣтвями представляетъ истинный эквивалентъ водопроводныхъ трубокъ—одна она назначена разносить свѣжую, т.-е. питательную, кровь по всѣмъ тканямъ и органамъ нашего тѣла. Съ этой цѣлью аорта выйдя изъ лѣваго желудочка одиночной трубкой, начинаетъ вѣтвиться въ формѣ дерева; каждый отдѣльный органъ нашего тѣла, смотря по величинѣ, получаетъ отъ нея болѣе или менѣе толстую вѣтвь, которая вѣтвится въ свою очередь, чтобы дать возможность крови разлиться по всей толщѣ даннаго органа или данной ткани. Если органъ, снабжаемый кровью аорты, лежитъ недалеко отъ сердца, то вѣтвь, отходящая къ нему отъ главнаго ствола, бываетъ коротка и быстро разсыпается (обыкновенно уже послѣ вхожденія вѣтви въ толщу органа) на мелкія вѣтви; въ противномъ случаѣ, приводящія трубки имѣютъ значительную длину. Но какъ здѣсь, такъ и тамъ конецъ бываетъ одинаковъ: вѣтвясь и разсыпаясь по толщѣ органовъ, артеріальныя трубочки измельчаются до такой степени, что перестаютъ быть видимы простымъ невооруженнымъ глазомъ и переходятъ, наконецъ, въ сѣти до чрезвычайности мелкихъ сосудовъ (несравненно болѣе тонкихъ, чѣмъ паутина), распознаваемыхъ только при сильныхъ увеличеніяхъ подъ микроскопомъ. Это такъ-называемыя сѣти волосныхъ сосудовъ (С, С, С)—мѣста, гдѣ кровь приходитъ въ наиболѣе тѣсное соприкосновеніе съ элементами тканей и органовъ. Какой густоты могутъ достигать эти сѣти, всего лучше можно видѣть на кожѣ: если уколоть ее въ какомъ бы то ни было мѣстѣ булавкой, изъ ранки не-

премѣнно потечетъ кровь; это значитъ, промежутки между волосными трубочками кожи такъ малы, что булавка не помѣщается въ нихъ и непремѣнно ранитъ какой-нибудь изъ сосудцевъ. Волосныя сѣти не представляютъ, однако, слѣпого конца развѣтвившихся артерій; въ каждомъ органѣ волосная сѣть имѣетъ истоки, собирающіеся въ новую систему трубокъ, называемыхъ венами; мельчайшія вѣтви послѣднихъ, сливаясь въ болѣе и болѣе крупные стволы, переходятъ, наконецъ, въ упомянутыя выше полыя вены, вливающіяся въ правое предсердіе. Стало быть, и вены представляютъ по формѣ развѣтвленную систему, только не объ одномъ главномъ стволѣ, какъ артеріальная, а объ двухъ: верхняя полая вена собираетъ кровь, принесенную артеріями въ верхнюю половину тѣла (голова, шея и руки), а нижняя несетъ сердцу кровь отъ нижней половины туловища и отъ ногъ. Систему аорты мы признали эквивалентною водопроводнымъ трубкамъ;—вены нужно признать соотвѣтствующими водосточной системѣ, а лежащую между ними волосную сѣть мѣстами, гдѣ кровь употребляется на внутреннее хозяйство тѣла, хотя въ стѣнкахъ волосныхъ трубочекъ и нѣтъ никакихъ отверстій, которыя соотвѣтствовали бы концамъ водопроводовъ.

По описанному пути, называемому *большимъ кругомъ кровеобращенія*, кровь течетъ во все время жизни въ направленіи отъ *лѣваго* желудочка къ *правому* предсердію. Здѣсь она, однако, не застаивается и поступаетъ, черезъ правое венное отверстіе, въ правый желудочекъ, откуда идетъ въ систему легочной артеріи. Эта послѣдняя вѣтвится совершенно также, какъ аорта, но только исключительно въ ткани легкаго, гдѣ и переходитъ сначала въ сѣть волосныхъ сосудовъ, а затѣмъ въ такъ-называемыя легочныя вены, вливающіяся въ лѣвое предсердіе. Путь крови отъ праваго желудочка къ лѣвому предсердію (на схемѣ отъ *b* вверхъ) называется *малымъ кру-*

томъ кровеобращенія. Такъ какъ кровь изъ лѣваго предсердія поступаетъ въ лѣвый желудочекъ, а отсюда въ аорту, то понятно, что въ сердцѣ соединяются большой и малый кругъ кровеобращенія въ замкнутое кольцо по которому кровь течетъ во все время жизни такимъ образомъ: изъ лѣваго желудочка по системѣ аорты черезъ волосные сосуды всего тѣла въ полыя вены, отсюда въ правое предсердіе и правый желудочекъ; изъ послѣдняго по легочной артеріи черезъ легкія въ легочныя вены; изъ нихъ въ лѣвое предсердіе и лѣвый желудочекъ. Это полный оборотъ крови по тѣлу. Въ теченіе этого оборота кровь подвергается слѣдующимъ измѣненіямъ: по системѣ аорты она идетъ свѣжая, годная для питанія, въ волосныхъ сосудахъ портится, превращается въ темную, венную кровь и въ этой формѣ поступаетъ черезъ правое предсердіе въ правый желудочекъ; послѣдній проталкиваетъ ее въ легкія, гдѣ кровь очищается и откуда въ обновленной формѣ, яркокраснаго цвѣта, она поступаетъ черезъ легочныя вены и лѣвое предсердіе въ лѣвый желудочекъ.

Теперь о механизмахъ, которые приводятъ кровь въ движеніе. Главный двигатель крови есть сердце съ его сократительными полостями.

Во введеніи мнѣ уже довелось указать на мышечную ткань (мясо), какъ на двигателей въ тѣлѣ. Ткань эта выстроена изъ чрезвычайно тонкихъ волоконъ, способныхъ укорачиваться въ длину подъ вліяніемъ импульсовъ изъ нервной системы. Благодаря этому свойству, мышцы, какъ сочетанія сократительныхъ волоконъ въ отдѣльные пучки, тоже способны укорачиваться; и если пучекъ вытянутъ по прямой линіи, то результатомъ сокращенія будетъ прямолинейное сближеніе его свободныхъ концовъ. Если же изъ пучка образовано замкнутое въ себя кольцо, и всѣ волокна начинаютъ по длинѣ укорачиваться, то въ результатѣ должно получиться съуженіе просвѣта кольца; а при извѣстной

длинѣ кольцевыхъ волоконъ просвѣтъ даже можетъ совсѣмъ уничтожиться. Стѣнки сердечныхъ полостей и выстроены изъ такихъ именно колецъ, наложенныхъ другъ на друга, какъ нитки въ клубкѣ, въ самыхъ разнообразныхъ направленіяхъ. Волокна, окружающія полости предсердій, образуютъ общую систему (т.-е. волокна переходятъ изъ одного предсердія въ другое), совершенно независимую отъ группы волоконъ окружающихъ желудочки, и расположены преимущественно въ направленіи плоскостей, перпендикулярныхъ къ продольной оси сердца. Волокна желудочковъ тоже образуютъ общую систему, но здѣсь направленіе отдѣльныхъ колецъ болѣе разнообразно; важно замѣтить только, что главнѣйшими исходными точками этимъ кольцамъ служитъ окружность венныхъ отверстій, сообщающихъ предсердія съ желудочками.

Сокращеніе только-что описанныхъ мышечныхъ волоконъ, образующихъ стѣнки сердца, и составляетъ, съ одной стороны, причину біенія его, съ другой—главнѣйшую причину движенія крови.

Чтобы описать, въ какомъ порядкѣ происходитъ сокращеніе различныхъ отдѣловъ сердца, нужно вообразить его на минуту въ совершенномъ покоѣ. Такой моментъ, хотя и очень короткій, существуетъ въ дѣйствительности и называется *паузой* сердца. Послѣ нея сокращеніе начинается одновременно въ обоихъ наполненныхъ кровью предсердіяхъ съ мѣстъ впаденія въ нихъ венъ и *постепенно* спускается книзу въ направленіи къ желудочкамъ. Послѣдніе все это время остаются въ покоѣ, но начинаютъ тотчасъ же сокращаться, какъ только прекратилось сокращеніе предсердій. Все время, пока сокращаются желудочки,—они сокращаются во всей массѣ разомъ,—предсердія стоятъ спокойно. Кончилось сокращеніе желудочковъ—предсердія остаются еще на одно мгновеніе покойны: это и есть пауза сердца, во время которой всѣ отдѣлы его въ растянутомъ состояніи.

За этимъ снова повторяется тотъ же рядъ движеній, начиная съ сокращенія предсердій. Въ этомъ порядкѣ сокращенія сердца продолжаются безъ перерыва всю жизнь, повторяясь безъ измѣненія, среднимъ числомъ. 70—80 разъ въ минуту (у взрослаго человѣка).

Теперь посмотримъ, какъ двигается при этихъ сокращеніяхъ по сердцу кровь. Начнемъ съ паузы. Въ это время предсердія уже вполнѣ наполнены кровью а желудочки пусты и только-что начали переходить изъ сокращеннаго состоянія въ разслабленное. При сокращеніи предсердій полость ихъ уменьшается, и кровь изъ нихъ по необходимости должна вытекать. Путей для нея два: или вернуться назадъ въ вены, или войти въ желудочки. Первый путь затрудненъ тѣмъ, что сокращеніе начинается именно съ венныхъ устьевъ, которыя, слѣдовательно, съужены, притомъ въ венахъ существуютъ клапаны, не позволяющіе крови течь по нимъ въ направленіи отъ сердца; со стороны же желудочковъ препятствія чрезвычайно ничтожны. такъ какъ вообще переставшая сокращаться мышца очень легко переходитъ въ растянутое состояніе, соотвѣтствующее ея покою. Поэтому изъ предсердій кровь идетъ въ желудочки и наполняетъ ихъ все время, пока длится сокращеніе предсердій. Въ слѣдующій затѣмъ моментъ оба желудочка вполнѣ наполнены кровью, предсердія перестали сокращаться, и начинается сокращеніе желудочковъ Полости ихъ сдавливаются, и кровь должна изъ нихъ вытекать Отсюда ей опять два пути—или вернуться назадъ въ предсердія или вытечь въ артеріи. Первый путь абсолютно невозможенъ, потому что при малѣйшемъ напорѣ крови изъ полости желудочковъ клапаны венныхъ отверстій, *c d*, тотчасъ же захлопываются. Въ артеріи путь, наоборотъ, свободенъ, и кровь желудочковъ вталкивается въ эти упругія трубки, по необходимости расширяя ихъ. Кончилось сокращеніе желудочковъ — начинается спаденіе растянутыхъ передъ тѣмъ артерій. Спаденіе это должно вы-

давливать изъ нихъ кровь какъ впередъ. такъ и назадъ въ направленіи къ сердцу. Но при этомъ послѣднемъ движеніи кровь встрѣчаетъ на своемъ пути артеріальные клапаны *a* и *b*—они отдуваются отъ стѣнокъ артерій и дѣлаютъ невозможнымъ возвратъ крови въ желудочки. Въ такомъ направленіи двигательная дѣятельность сердца длится всю жизнь.

Есть возможность убѣдиться и на живыхъ животныхъ, и на человѣкѣ въ томъ, что клапаны сердца принимаютъ самое важное участіе въ кровеобращеніи. Если приложить ухо къ груди здороваго человѣка. то слышатся постоянно два звука, повторяющіеся другъ за другомъ правильнымъ образомъ Одинъ изъ нихъ болѣе протяженъ и менѣе звонокъ, другой короче и яснѣе. Первый звукъ совпадаетъ по времени съ моментомъ расширенія артерій (это узнается такимъ образомъ: ухо нужно приложить къ груди въ мѣстѣ біенія сердца и въ то же время щупать на рукѣ пульсъ), или, что то же, съ моментомъ сокращенія желудочковъ, а 2-й—съ моментомъ спаденія артерій Первый звукъ происходитъ отъ захлопыванія клапановъ венныхъ отверстій, а 2-й производится артеріальными клапанами Доказывается же это тѣмъ, что въ болѣзненныхъ случаяхъ, когда разстроены тѣ или другіе клапаны сердца, ухо наблюдателя тотчасъ же слышитъ измѣненіе въ характерѣ соотвѣтствующаго звука: и при этомъ обыкновенно нарушается правильность кровеобращенія, такъ какъ кровь получаетъ возможность или течь изъ артерій въ желудочки—при недостаткахъ артеріальныхъ клапановъ, или возвращаться изъ желудочковъ въ предсердія — когда разстроены венныя заслонки

Изъ этого описанія видно, что желудочки сердца, по ихъ дѣйствію, можно сравнить съ нагнетательными насосами, періодически вдавливающими кровь въ артеріи и періодически же наполняющимися ею изъ предсердій. Этимъ сразу объ-

сняется, какъ сравнительно бо̀льшая толщина стѣнокъ желудочковъ, такъ и то, что въ лѣвомъ онѣ толще, чѣмъ въ правомъ. Что обозначаетъ, въ самомъ дѣлѣ, въ нашемъ случаѣ большая или меньшая толщина стѣнки?—Большее или меньшее число мышечныхъ волоконъ, образующихъ стѣнки Но вѣдь каждое такое волокно при своемъ сокращенiи представляетъ силу, слѣдовательно болѣе толстая мышечная стѣнка есть вообще болѣе сильная нагнетательная машина, чѣмъ тонкая. Препятствiя къ передвиженiю крови изъ предсердiй въ желудочки слабы, оттого и стѣнки предсердiй тонки; желудочки же должны, наоборотъ, продавить кровь сквозь вѣтвистую систему каналовъ, кончающуюся волосными трубками.—для этого нужна значительная сила и, конечно тѣмъ большая, чѣмъ больше самая система каналовъ. Но выше было сказано, что аорта снабжаетъ кровью всѣ, безъ исключенiя органы нашего тѣла, тогда какъ легочная артерiя развѣтвляется только въ легкихъ. Отсюда-то и вытекаетъ необходимость болѣе сильнаго насоса для аорты.

Достаточна ли, однако, сила желудочковъ для того, чтобы передвигать кровь не только черезъ артерiи и волосные сосуды, но и по венамъ; другими словами, не существуетъ ли въ тѣлѣ другихъ двигателей крови, кромѣ сердца?—Если разбира̀ть вопросъ чисто теоретически, то казалось бы, что для этого достаточно однихъ желудочковъ. Въ самомъ дѣлѣ, и большой, и малый круги кровеобращенiя представляютъ открытыя кольца, на концахъ которыхъ помѣщены попеременно сокращающiяся полости; въ то время, когда желудочекъ сжимается, полость предсердiя остается, такъ сказать, пустой и можетъ воспринять соотвѣтственное количество крови. Порядокъ этотъ никогда не измѣняется въ теченiи жизни, слѣдовательно, существуютъ условiя для постояннаго теченiя крови по всей длинѣ того и другого кольца Такъ говоритъ теорiя, и для малаго круга кровеобращенiя она совершенно справедлива—здѣсь, я полагаю, можно безоши-

бочно принять сердце за единственнаго двигателя крови; но по отношенiю къ большому кругу кровеобращенiя дѣло стоитъ нѣсколько иначе. Дѣло въ томъ, что передвиженiе крови по венной системѣ большого круга и особенно по системѣ нижней полой вены (у человѣка) затруднено слѣдующими четырьмя обстоятельствами: длиною пути, неправильностью русла [1]), чрезвычайной растяжимостью венныхъ стѣнокъ и дѣйствiемъ тяжести, такъ какъ отъ нижней половины тѣла крови приходится подниматься къ сердцу вверхъ. Подъ совокупнымъ влiянiемъ этихъ условiй кровь въ системѣ нижней полой вены наклонна застаиваться. Если человѣкъ ведетъ сидячiй образъ жизни, то у него происходитъ обыкновенно геморроидальное расширенiе венъ; а у людей, принужденныхъ по роду занятiй работать стоя такое же расширенiе бываетъ на венахъ ногъ. Устраняется же это вредное влiянiе тѣмъ, что венные стволы при ихъ уступчивости сдавливаются окружающими частями каждый разъ, какъ происходитъ движенiе (т.-е. сокращенiе мышцъ) въ соотвѣтственной части тѣла. Для того же, чтобы кровь, выдавливаемая такимъ образомъ изъ венъ, текла къ сердцу, а не въ обратномъ направленiи. по длинѣ венъ въ полости ихъ сидятъ (карманные) клапаны. позволяющiе крови течь только въ направленiи къ сердцу. Такая помощь передвиженiю крови по венамъ, конечно, временная, но она, тѣмъ не менѣе, очень существенна, какъ это показываютъ венные застои при сидячемъ образѣ жизни. Значитъ, теченiю крови по венамъ помогаетъ сдавливанiе ихъ мышцами при движенiяхъ тѣла.

---

[1]) Артерiи вѣтвятся въ тѣлѣ почти повсюду на подобiе дерева. а вены образуютъ на своемъ пути сѣти. Вслѣдствiе такого расположенiя русла, кровяные токи по петлямъ сѣти безпрерывно сталкиваются другъ съ другомъ; а при подобныхъ встрѣчахъ необходимо теряется часть движущей силы. При этомъ не слѣдуетъ забывать, что напоръ сердца за предѣлами волосныхъ сосудовъ становится уже слабымъ, потому что сила его тратится всего больше на проталкиванiе крови черезъ волосные сосуды.

Гораздо важнѣе по своему значенію другой снарядъ, который дѣйствуетъ на теченіе крови съ венныхъ устьевъ и, присасывая къ себѣ кровь, помогаетъ движенію ея по венной системѣ аорты. Объ этомъ-то снарядѣ, извѣстномъ въ наукѣ подъ именемъ присасывательнаго дѣйствія грудной клѣтки я и поведу теперь рѣчь, заранѣе предупреждая читателя что дѣло съ перваго раза представляется нѣсколько запутаннымъ, и потому требуетъ сосредоточеннаго вниманія.

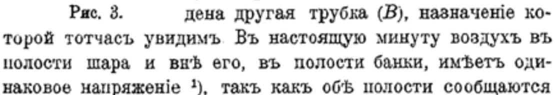


Рис. 3.

Прежде всего мнѣ нужно говорить объ устройствѣ полости груди, въ которой лежитъ легкое и сердце съ выходящими изъ него артеріями и вливающимися въ него венами. Ради нашихъ цѣлей эту полость всего удобнѣе сравнить со стеклянной банкой (рис. 3), внутри которой помѣщенъ полый каучуковый шаръ, навязанный на стеклянную трубку (*A*), проходящую черезъ крышку банки. Черезъ ту же крышку въ полость банки проведена другая трубка (*B*), назначеніе которой тотчасъ увидимъ. Въ настоящую минуту воздухъ въ полости шара и внѣ его, въ полости банки, имѣетъ одинаковое напряженіе [1]), такъ какъ обѣ полости сообщаются

[1]) Нужно припомнить, что воздухъ, какъ всякій газъ вообще, есть упругое тѣло, способное сжиматься и расширяться. Степенью его сжатія, вызваннаго дѣйствіемъ какой бы то ни было сдавливающей силы, и опредѣляется напряженіе газа. Величина послѣдняго, очевидно, можетъ всего удобнѣе измѣряться величиною произведшей его сдавливающей силы. Напряженіе нижнихъ слоевъ свободнаго атмосфернаго воздуха есть результатъ сдавливанія этихъ слоевъ всѣми вышележащими воздушными слоями, оттого на высокихъ горахъ воздухъ менѣе сгущенъ и имѣетъ меньшее напряженіе, чѣмъ въ глубокихъ долинахъ.

съ атмосферой; эти двѣ силы дѣйствуютъ на стѣнки шара въ двухъ противоположныхъ направленіяхъ, поэтому послѣднія остаются неподвижными, или, какъ говорится, находятся въ равновѣсіи. Теперь я беру конецъ трубки *B* въ ротъ (или, еще лучше, сообщу его съ воздушнымъ насосомъ) и начну высасывать изъ банки воздухъ. При этомъ каучуковый шаръ все больше и больше расширяется. Перестаю высасывать воздухъ и запираю трубку *B*—шаръ остается неподвижнымъ но уже въ растянутомъ состояніи. Новое высасываніе воздуха произведетъ дальнѣйшее расширеніе шара а замыканіе трубки *B* остановитъ его въ томъ состояніи, до котораго онъ былъ доведенъ высасываніемъ. Послѣ этого уже легко понять, что, продолжая высасываніе черезъ *B* можно довести дѣло до того, что шаръ выполнитъ, наконецъ всю полость банки безъ остатка и останется въ этомъ состояніи на неопредѣленное время, если бы трубка *B* была тотчасъ послѣ высасыванія закрыта. Стоитъ, однако, открыть ее—воздухъ съ силою устремляется въ полость банки, и шаръ спадается до своего первоначальнаго объема. Весь этотъ рядъ явленій объясняется чрезвычайно просто. Высасываніемъ воздуха изъ банки уменьшается его напряженіе въ этой полости, слѣдовательно, нарушается равенство силъ, дѣйствовавшихъ на стѣнки каучуковаго шара изнутри и снаружи Давленіе воздуха, дѣйствующее изнутри, беретъ перевѣсъ и начинаетъ растягивать шаръ. Чѣмъ больше высасывается воздухъ изъ банки, тѣмъ больше становится перевѣсъ силы, дѣйствующей на стѣнки шара изнутри, и тѣмъ больше онъ долженъ растягиваться Но при этомъ шаръ не остается совершенно пассивнымъ—онъ противодѣйствуетъ расширяющей силѣ, въ немъ развиваются эластическія силы, выражающіяся постояннымъ стремленіемъ растянутаго шара къ спаденію Послѣ этого уже ясно, что когда шаръ остановился въ растянутомъ состояніи по прекращеніи высасыванія воздуха и закрытіи трубки *B*, то те-

перь сила атмосфернаго давленія, дѣйствующая изнутри, уравновѣшивается именно этою эластическою силою шара (его стремленіемъ къ спаденію) + остающеюся величиною напряженія воздуха въ банкѣ. И понятно, что по мѣрѣ дальнѣйшаго высасыванія воздуха, первое изъ этихъ слагаемыхъ должно возрастать, такъ какъ 2-е уменьшается, а сумма ихъ постоянно должна оставаться равною величинѣ атмосфернаго давленія, дѣйствующаго изнутри. Если трубка *B*, запертая послѣ высасыванія, отпирается, то этимъ открывается доступъ атмосферному воздуху къ наружной поверхности шара, равновѣсіе по обѣ стороны шара тотчасъ же нарушается, и шаръ начинаетъ спадаться; рядомъ съ этимъ внѣшній воздухъ, какъ болѣе плотный, устремляется въ разрѣженную полость банки и наполняетъ ее до тѣхъ поръ, пока напряженіе его не сдѣлается равнымъ атмосферному. При этомъ условіи эластическая сила шара очевидно должна сдѣлаться нулемъ, другими словами—шаръ долженъ спасться до того объема, который онъ имѣлъ въ свободномъ воздухѣ.

Герметически закрытая банка съ выкачаннымъ изъ нея воздухомъ представляетъ грудную полость, а шаръ съ выводной трубкой, растянутый до выполненія всей этой полости безъ остатка, соотвѣтствуетъ легкому. Доказать это на трупѣ очень легко—стòитъ только пробуравить въ какомъ бы то ни было мѣстѣ стѣнку грудной полости, въ отверстіе съ силою врывается воздухъ и легкое спадается; если же передъ вскрытіемъ грудной полости перевязать выводную трубку легкаго, т.-е. дыхательное горло, то при вскрытіи мы видимъ, что легкое выполняетъ собою всю грудную полость безъ остатка.

Теперь возьмемъ другой снарядъ (рис. 4), который еще больше походитъ на грудную клѣтку, чѣмъ предыдущая банка. Онъ состоитъ изъ стекляной воронки, въ которой широкое основаніе затянуто каучуковой пластинкой, изображающей діафрагму (перепончатая перегородка между грудной и брюш-

ной полостью), а верхушка закупорена пробкой, пропускающей черезъ себя двѣ трубки. На первую изъ нихъ, прямую, навязано дыхательнымъ горломъ кроличье легкое; вторая же изогнутая трубка служитъ для сообщенія полости воронки съ атмосферой. Кромѣ того черезъ діафрагму пропущена стеклянная трубочка *D*, кончающаяся въ полости воронки каучуковымъ мѣшечкомъ *E*; послѣдній изображаетъ сердце а трубочка *D*—выходящую изъ него вену. *E* и *D* наполнены

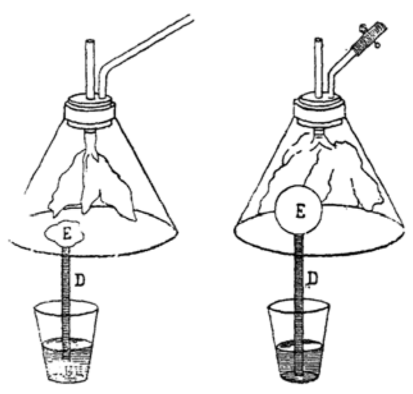


Рис. 4.

водой Беру эту воронку въ руки, опускаю трубочку *D* въ стаканъ съ окрашенной жидкостью, а согнутую трубку беру въ ротъ и высасываю изъ воронки воздухъ. При этомъ происходитъ: 1) расширеніе легкаго, 2) расширеніе мѣшечка, изображающаго сердце, 3) куполообразное вдавленіе внутрь воронки каучуковой пластинки, изображающей діафрагму; наконецъ, 4) подниманіе воды изъ стакана по трубочкѣ *D* кверху, т.-е. п р и с а с ы в а ю щ е е д ѣ й с т в і е с е р д ц а. Объ-

ясненіе всему этому лежитъ опять-таки въ томъ, что послѣ высасыванія воздуха изъ воронки напряженіе его становится тамъ меньше. Расширеніе легкаго, послѣ того, что уже было сказано по поводу банки, не требуетъ объясненія: расширеніе сердца и вдавленіе діафрагмы тоже становится сразу понятнымъ, если принять во вниманіе, что и здѣсь передъ высасываніемъ воздуха давленія по обѣ стороны діафрагмы и по обѣ стороны мѣшечка, изображающаго сердце, были попарно равны, а послѣ высасыванія давленіе на внѣшнюю поверхность E и на діафрагму изнутри воронки стало меньше. До высасыванія давленіе изъ полости сердца на воду въ стаканѣ было равно атмосферному, а послѣ него оно стало меньше, поэтому вода изъ стакана стала присасываться сердцемъ и послѣднее растянулось.

Перейти отъ этой схемы къ рѣшенію нашего вопроса о присасывательномъ дѣйствіи грудной клѣтки будетъ уже очень легко — нужно только удержать въ памяти, что въ схемѣ присасываніе воды сердцемъ обусловливалось меньшимъ давленіемъ на жидкость изъ полости мѣшка въ сравненіи съ давленіемъ на нее воздуха внѣ воронки; и доказать сверхъ того, что внутри грудной клѣтки давленіе на сердце и выходящіе изъ него сосуды меньше атмосфернаго. Въ вышеприведенной схемѣ этого и доказывать было нечего, такъ какъ присасывательное дѣйствіе сердца вызывалось искусственнымъ высасываніемъ, т.-е. разрѣженіемъ воздуха, окружающаго сердце. Въ истинной грудной клѣткѣ это не такъ. Здѣсь сердце съ выходящими изъ него сосудами безъ малѣйшаго промежутка окружено растянутыми легкими, которыя придавливаютъ его къ передней грудной стѣнкѣ; слѣдовательно, тутъ можетъ быть только рѣчь о давленіи на сердце легкаго, а никакъ не о давленіи на него воздуха. Посмотримъ же, какъ велико можетъ быть это давленіе. Выше уже было доказано, что въ грудной полости легкое растянуто за предѣлы своего естественнаго объема, и что растягивающая

сила есть давленіе атмосферы, дѣйствующее на легкое изнутри. Отсюда слѣдуетъ уже съ непобѣдимою ясностью, что со стороны легкаго на всякій предметъ лежащій въ грудной полости внѣ его, давленіе въ самомъ счастливомъ случаѣ могло бы быть равно лишь атмосферному, и это значило бы, что сила, давящая на легкое изнутри, передавалась бы наружу его безъ всякой потери. Но выше мы видѣли что легкое, какъ всякое эластическое тѣло, противодѣйствуетъ растяженію, оно постоянно стремится къ спаденію, и растягивающей силѣ приходится побѣждать это сопротивленіе, тратиться на произведеніе работы растяженія. Ясно, что величина растягивающей силы не можетъ при этомъ условіи передаваться за предѣлы легкаго безъ потери—здѣсь она должна быть меньше атмосфернаго давленія растягивающаго легкое изнутри, и именно настолько, насколько велика была сумма препятствій, которыя представляло легкое при его растяженіи. Стало быть, давленіе со стороны легкаго на сердце и выходящіе изъ него въ грудной полости сосуды дѣйствительно меньше атмосфернаго. На вены же, лежащія внѣ грудной клѣтки, давитъ цѣлая атмосфера, и слѣдовательно, являются условія для присасыванія крови снаружи въ грудную клѣтку. Вообразимъ себѣ, въ самомъ дѣлѣ, закрытую съ обоихъ концовъ каучуковую трубку, наполненную водой и начнемъ давить на ея концы руками, на одинъ слабѣе на другой сильнѣе;—что̀ изъ этого будетъ? Очевидно, жидкость пойдетъ по трубкѣ отъ мѣста бо̀льшаго давленія туда, гдѣ оно слабѣе: стало быть, и съ венами будетъ то же самое.

Присасываніе венной крови грудною клѣткой имѣетъ мѣсто даже въ минуту смерти, когда дыхательныя движенія прекращаются; при жизни же оно еще сильнѣе, вслѣдствіе существованія дыхательныхъ движеній. Послѣднія, какъ всякій конечно, знаетъ, заключаются въ томъ, что легкія то

расширяются (вдыханіе), то спадаются (выдыханіе); когда кончается покойное выдыханіе, легкія находятся нѣсколько секундъ въ томъ положеніи, какое они имѣютъ на трупѣ, затѣмъ они снова расширяются и т. д. Выше было сказано, что уже на трупѣ давленіе со стороны легкаго на сердце должно быть меньше атмосфернаго;—тѣмъ болѣе во время акта вдыханія, когда вслѣдствіе бо̀льшаго расширенія легкаго увеличивается его стремленіе къ спаденію, вычитающееся изъ величины атмосфернаго давленія. Поэтому на живомъ человѣкѣ присасывающее дѣйствіе грудной клѣтки, соотвѣтственно дыхательнымъ движеніямъ, то усиливается (во время вдыханія) то ослабѣваетъ (при противоположной дыхательной фазѣ). Есть два опыта, которые доказываютъ это очень наглядно. Если удлинить, насколько возможно, вдыханіе, производя нѣсколько отдѣльныхъ вдыханій безъ перерыва, то усиливается оттокъ венной крови къ сердцу, и лицо блѣднѣетъ. Если же, наоборотъ, натуживаться, т.-е. сдавливать силою грудныхъ мышцъ грудную клѣтку и легкое при закрытомъ состояніи голосовой щели (выходное отверстіе дыхательнаго горла), то кожа на лицѣ, какъ извѣстно, краснѣетъ и вены раздуваются. Это происходитъ оттого, что тогда давленіе на сердце и выходящіе изъ него сосуды дѣлается болѣе атмосфернаго, присасывающее дѣйствіе грудной клѣтки уничтожается и кровь застаивается въ венахъ. Усиленіе присасывательнаго дѣйствія сердца подъ вліяніемъ вдыханія можетъ быть также показано на схемѣ съ воронкой. Для этого нужно, погрузивши трубку *D* въ стаканъ съ жидкостью, высосать нѣсколько воздуха изъ воронки и затѣмъ, ухвативши пробку, ввязанную въ средину діафрагмы, оттянуть ее книзу. При этомъ движеніи, соотвѣтствующемъ вдыханію, вмѣстѣ съ расширеніемъ легкаго и сердца замѣчается присасываніе воды трубкою *D* т.-е. усиленіе присасывающаго дѣйствія сердца.

Итакъ, мы знаемъ теперь всѣхъ двигателей крови и мо-

жемъ уже охарактеризовать механическую дѣятельность сердца. Желудочки его суть нагнетательные насосы; около-сердечныя части венъ и предсердія, въ силу ихъ положенія въ грудной клѣткѣ, суть присасывательные снаряды; наконецъ, предсердія, какъ сократительныя полости, суть регуляторы въ дѣлѣ наполненія желудочковъ кровью

Такимъ образомъ, если придерживаться параллели между кровеносной системой и системой водопроводовъ, то сказаннымъ доселѣ исчерпывается все, касающееся дѣятельности водокачальной башни и суммы тѣхъ приспособленій, которыми обезпечивается стокъ воды, уже употребленной на внутреннее хозяйство. Теперь, согласно принятому нами плану, я буду говорить о механическихъ условіяхъ выступленія питательной жидкости изъ полости кровеносныхъ сосудовъ, т.-е. буду говорить о снарядахъ эквивалентныхъ открытымъ концамъ водопроводныхъ трубокъ.

Необходимость выступленія крови, или, по крайней мѣрѣ, нѣкоторыхъ частей ея, изъ полости кровеносной системы была выяснена во введеніи, гдѣ указано было на кровь, какъ на единственную питательную жидкость, притекающую ко всѣмъ тканямъ тѣла. При этомъ же случаѣ было указано на повсемѣстность разрушенія и возстановленія веществъ въ тѣлѣ. Отсюда понятно, что и выступленіе питательныхъ частей крови изъ кровеносной системы должно быть повсемѣстное, — нужно, чтобы питательное вещество имѣло возможность омывать, такъ сказать, каждую точку нашего тѣла непосредственно. Это послѣднее обстоятельство уже указываетъ на то, что мѣстами выступленія питательныхъ веществъ изъ полости кровеносной системы всего лучше могутъ быть волосные сосуды, такъ какъ только здѣсь развѣтвленіе приносящихъ кровь трубокъ достигаетъ maximum'а, и кровяные токи пронизываютъ ткани тѣла во всю толщу, сближаясь часто другъ съ другомъ на микроскопическія разстоянія.

Но какъ же можетъ выступать жидкость изъ полости волосныхъ сосудовъ, если въ стѣнкахъ ихъ, какъ уже было сказано одинъ разъ, нѣтъ никакихъ отверстій, видимыхъ глазомъ? Отвѣтомъ на это всего лучше можетъ служить слѣдующій опытъ. Возьмемъ открытый съ обоихъ концовъ стеклянный цилиндръ, завяжемъ его съ одного конца размоченнымъ въ водѣ животнымъ пузыремъ, а въ другой вставимъ при помощи пробки стеклянную трубку длиною въ сажень или болѣе. Въ пластинкахъ животнаго пузыря, какъ въ стѣнкахъ волосныхъ сосудовъ, нѣтъ отверстій, видимыхъ глазомъ, притомъ онѣ въ нѣсколько десятковъ разъ толще стѣнокъ волосныхъ сосудовъ, а между тѣмъ жидкость просачивается даже черезъ нихъ, лишь бы въ трубку было налито достаточное по высотѣ столба количество жидкости.— Оказывается именно, что если столбъ воды надъ перепонкой не высокъ, то вода не просачивается; съ повышеніемъ же столба, вслѣдствіе бо́льшаго прилитія воды, просачиваніе дѣлается, наконецъ, замѣтнымъ, а при дальнѣйшихъ повышеніяхъ становится все болѣе и болѣе сильнымъ. То же въ сущности повторяется и при процѣживаніи жидкостей черезъ пропускную бумагу. Здѣсь просачиваніе начинается уже при очень маленькихъ столбахъ жидкости, потому что поры въ бумагѣ больше, чѣмъ въ животномъ пузырѣ; но и здѣсь просачиваніе съ повышеніемъ столба усиливается. На основаніи подобныхъ опытовъ, давно уже извѣстно, что вообще въ дѣлѣ процѣживанія жидкостей черезъ перепонки эффектъ зависитъ отъ величины поръ и высоты давящихъ столбовъ, чѣмъ мельче поры въ стѣнкѣ, тѣмъ выше долженъ быть столбъ жидкости, которая черезъ нея цѣдится, и наоборотъ. И это понятно, такъ сказать, само собою: чѣмъ мельче отверстія въ цѣдилкѣ, тѣмъ большее сопротивленіе они представляютъ прохожденію черезъ нихъ жидкости, тѣмъ больше должна быть сила (вѣсъ столба жидкости), продавливающая жидкость сквозь эти отверстія. Послѣ этого уже конечно,

читатель помирится съ мыслью, что какъ бы плотна ни была животная перепонка, черезъ нея всегда могутъ цѣдиться, при благопріятныхъ условіяхъ, жидкости.

Итакъ, первая половина нашего вопроса кончена; теперь намъ остается рѣшить, существуютъ-ли въ сферѣ кровеносной системы силы, соотвѣтствующія давящему столбу въ нашихъ опытахъ, которыя могли бы продавливать кровь или жидкую часть ея черезъ стѣнки волосныхъ сосудовъ наружу, и если да, то откуда берутся эти силы.

Здѣсь я опять прибѣгну къ аналогіи изъ обыденной жизни, которая уже не разъ выручала насъ. Многимъ, конечно, доводилось наблюдать пожарную трубу во время ея дѣйствія, или быть свидѣтелями очень распространеннаго теперь способа поливанія улицъ посредствомъ длинныхъ рукавовъ, навинчиваемыхъ на водопроводныя трубы. Если при этомъ обратить вниманіе на состояніе рукава, ощупавъ его рукою, то легко замѣтить, что стѣнки его находятся подъ вліяніемъ напора вкачиваемой жидкости въ напряженномъ состояніи. Если рукавъ былъ худъ, то можно видѣть и результатъ этого напряженія въ формѣ фонтанчиковъ, бьющихъ изъ каждой дыры въ сторону. Понять причину напряженнаго состоянія стѣнокъ рукава очень легко изъ слѣдующихъ дальнѣйшихъ наблюденій. Если вкачивать въ пожарный рукавъ воду слабо, то и напряженіе его стѣнокъ на ощупь бываетъ слабѣе, а при сильномъ вкачиваніи наоборотъ. Изъ дыръ въ рукавѣ въ первомъ случаѣ вода только сочится, а во второмъ бьетъ фонтанами, и тѣмъ болѣе высокими, чѣмъ сильнѣе вдавливается жидкость. Измѣнять напряженіе стѣнокъ пожарнаго рукава можно еще иначе, оставляя силу накачиванія въ него воды неизмѣнной. Для этого стоитъ только свободный конецъ рукава снабдить краномъ и измѣнять при накачиваніи воды величину вытечнаго отверстія повертываніемъ крана въ сторону запиранія или отпиранія. Когда вытечное отверстіе съуживается, напря-

женіе въ стѣнкахъ рукава усиливается, фонтаны изъ дыръ бьютъ сильнѣе, но зато воды выбрасывается менѣе. Однако и теперь количество вытекающей жидкости можно довести до величины, соотвѣтствующей широко раскрытому крану, если усилить работу вкачиванія. Но тогда возрастаетъ, конечно, еще больше напряженіе стѣнокъ въ рукавѣ, или что то же, давленіе на нихъ со стороны жидкости. Значитъ вообще сила, вдавливающая воду въ рукавъ, производитъ два эффекта: передвигаетъ по немъ извѣстное количество жидкости и давитъ на стѣнки, растягивая ихъ въ случаѣ, если онѣ растяжимы. Оба эффекта стоятъ притомъ въ обратномъ отношеніи другъ къ другу: чѣмъ меньше въ рукавѣ при постоянной силѣ вдавливанія сумма препятствій [1]) (чѣмъ онъ короче и чѣмъ шире вытечное отверстіе) для теченія жидкости, тѣмъ больше ея вытекаетъ, и тѣмъ меньшій процентъ вдавливающей силы остается не утилизированнымъ въ формѣ давленія на стѣнки. Чѣмъ препятствія, наоборотъ, больше, тѣмъ большій процентъ идетъ на давленіе и меньшій на скорость теченія.

Но такія же условія, очевидно, существуютъ и въ сферѣ кровеносной системы, гдѣ желудочки съ силою вдавливаютъ кровь въ сосуды и гдѣ жидкости приходится пробираться черезъ такіе узкіе каналы, какъ волосные сосуды. Это особенно ясно по отношенію къ артеріямъ, для которыхъ волосные сосуды представляютъ родъ чрезвычайно съуженныхъ вытечныхъ отверстій. Но вѣдь для насъ важно знать, существуетъ-ли со стороны крови давленіе на стѣнки именно волосныхъ сосудовъ, такъ какъ, по нашимъ же словамъ, фильтрація жидкихъ частей крови происходитъ преимущественно, если не исключительно, въ этомъ отдѣлѣ кровеносной системы.

---

[1]) При теченіи жидкостей по трубкамъ препятствія обусловливаются треніемъ частицъ жидкости другъ о друга.

По счастію вопросъ этотъ разрѣшается очень просто. Измѣрять напоръ крови на стѣнки артерій и венъ можно очень простымъ инструментомъ, называемымъ ртутнымъ манометромъ. Это есть изогнутая подковой трубка *ab*, наполненная до уровня *cd* ртутью и снабженная съ обѣихъ сторонъ линейками съ дѣленіями. Колѣно ея *ac* наполняется поверхъ ртути водянымъ растворомъ соли, мѣшающей крови свертываться, и связывается свободнымъ концомъ съ трубочкой *e*, которая ввязывается въ кровеносный сосудъ *f*, гдѣ хотятъ измѣрить давленіе. Легко понять, что какъ бы по сосуду *f* кровь ни текла — снизу вверхъ или обратно — напоръ на стѣнку долженъ передаваться въ колѣно *ac* манометра Черезъ это ртуть въ *ac* будетъ понижаться, а въ колѣнѣ *db* пойдетъ вверхъ; и это вымѣщеніе будетъ продолжаться до тѣхъ поръ, пока въ лѣвомъ колѣнѣ ртуть не спустится, напр., до *c'*, а въ правомъ не поднимется до *d'*. Остановка ртути въ этомъ положеніи будетъ указывать, что давленіе изъ кровеноснаго сосуда на ртуть въ точкѣ *c'* будетъ равно обратному давленію на эту точку столба ртути *d'c'* Стало быть, высота послѣдняго и будетъ мѣриломъ напора крови на стѣнку сосуда. Этимъ путемъ найдено, что напоръ на стѣнки по длинѣ артерій постепенно уменьшается, вблизи волосныхъ сосудовъ онъ спускается до 100 мм. ртути, а въ мелкихъ венахъ, вблизи капилляровъ, не превышаетъ 40—50 мм. Отсюда уже явно

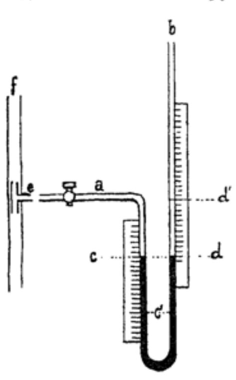


Рис. 5.

слѣдуетъ, что давленіе въ волосныхъ сосудахъ, соединяющихъ артеріи съ венами, должно лежать между 100 и 50 мм Если принять его въ 75 мм. ртути (которая въ 13 разъ тяжелѣе крови), то выходило бы слѣдующее:

по отношенію къ фильтраціи волосные сосуды находятся въ такихъ условіяхъ, какъ будто перепонкой, образованной изъ ихъ стѣнокъ, былъ завязанъ нижній конецъ цилиндра и надъ нею стоялъ столбъ крови въ (75 мм.×13) $1^1/_2$ аршина. Если принять во вниманіе необычайную тонкость стѣнокъ волосныхъ сосудовъ,—прошу вспомнить, что весь сосудъ тоньше самой тонкой паутины, а въ немъ есть полость и стѣнки —то можно съ увѣренностью принять такое давленіе болѣе чѣмъ достаточнымъ для продавливанія крови черезъ стѣнки. Тѣмъ болѣе, что наука имѣетъ въ рукахъ цѣлый рядъ фактовъ, доказывающихъ фильтрацію жидкой части крови изъ полости кровеносныхъ сосудовъ наружу Главнѣйшіе изъ нихъ будутъ сообщены ниже, теперь же я приведу пока одинъ очень поучительный результатъ впрыскиванія воды въ артеріи на трупахъ. Если бы вода, проходя по волоснымъ сосудамъ, не фильтровалась, то слѣдовало бы ожидать, что впрыснутая, напр., въ главную артерію ноги, она цѣликомъ вышла бы изъ главныхъ венъ того же члена,—этого, однако, не бываетъ: по мѣрѣ впрыскиванія воды, количество ея, выходящее изъ венъ, становится все меньше и меньше и при этомъ нога пухнетъ, дѣлаясь какъ бы отечной. Если же впрыскивать въ артеріи такіе растворы (напр., густые клеевые), которые очень трудно фильтруются черезъ животныя перепонки, то ничего подобнаго не замѣчается.

Итакъ, давленіе крови на стѣнки волосныхъ сосудовъ, насколько оно производитъ фильтрацію черезъ нихъ кровяной плазмы, представляетъ то важное приспособленіе, при посредствѣ котораго пластическій и рабочій матеріалъ крови получаетъ непосредственный доступъ къ тканямъ,—то при-

способленіе, которое соотвѣтствуетъ выпускнымъ кранамъ въ водопроводахъ.

Теперь поговоримъ о быстротѣ теченія крови.

Такъ какъ она двигается по замкнутому кольцу и вмѣстѣ съ тѣмъ по ложу очень неправильной формы, попеременно то расширяющемуся, то съуживающемуся, то вопросъ о быстротѣ теченія крови вообще долженъ обнимать собою слѣдующихъ два частныхъ вопроса: съ какою быстротою совершаетъ кровь весь свой кругъ по тѣлу и съ какою скоростью она двигается по различнымъ, хотя бы главнымъ, отдѣламъ кольца, т.-е. по артеріямъ, волоснымъ сосудамъ и венамъ.

Первый вопросъ рѣшается такъ. Живому животному обнажаютъ какихъ-нибудь два парныхъ венныхъ ствола—всего удобнѣе такъ называемыя яремныя вены. лежащія по бокамъ шеи. непосредственно подъ кожей (обѣ онѣ составляютъ вѣтви верхней полой вены и несутъ кровь отъ головы къ сердцу)—и въ стѣнкахъ обоихъ стволовъ дѣлаются отверстія. Затѣмъ въ одну изъ венъ впрыскивается въ направленіи къ сердцу растворъ какого-нибудь не вреднаго вещества, которое, однако, легко можно было бы открыть въ крови (впрыскиваютъ обыкновенно растворъ такъ называемой желтой кровяной соли, которая съ солями окиси желѣза даетъ берлинскую лазурь), и считаютъ время отъ начала впрыскиванія до того момента, когда изъ ранки противоположной вены покажется кровь, содержащая впрыснутое вещество. Съ этой цѣлью кровь собираютъ маленькими отдѣльными порціями черезъ равные короткіе промежутки времени. Такимъ образомъ опредѣляется время передвиженія крови отъ одной яремной вены къ другой Путь впрыснутаго вещества при этомъ слѣдующій: отъ ранки черезъ верхнюю полую вену въ правое предсердіе, отсюда въ правый желудочекъ, изъ него по малому кругу кровеобращенія черезъ легкое въ лѣвую половину сердца. изъ

лѣваго желудочка по вѣтвямъ аорты къ головѣ, отсюда черезъ волосные сосуды въ систему верхней полой вены и, наконецъ, въ отверстіе, изъ котораго собирается кровь. Явно, что впрыснутое вещество описываетъ полный кругъ кровеобращенія. Эти опыты, очевидно можно варьировать на нѣсколько ладовъ, впрыскивая вещества въ вены ногъ (тогда путь нѣсколько длиннѣе) и собирая кровь изъ венъ же, или изъ артерій (въ послѣднемъ случаѣ впрыснутое вещество описываетъ менѣе, чѣмъ полный кругъ кровеобращенія). Путемъ такихъ опытовъ и найдено, что, среднимъ числомъ, кровь дѣлаетъ до двухъ оборотовъ въ минуту

Послѣднимъ числомъ мы воспользуемся, чтобы высчитать, какое количество свѣжей (артеріальной) крови притекаетъ къ тканямъ тѣла въ теченіе сутокъ. Если кровь обходитъ все тѣло въ ½ минуты и количество ея у взрослаго человѣка (въ 130 фунт. вѣсомъ) 10 фунтовъ, то понятно, что всѣ эти 10 фунтовъ притекаютъ къ тканямъ въ ½ минуты. Значитъ, въ 2 минуты 1 пудъ, въ часъ 30 пудовъ, а въ 24 часа 720 пудовъ! Это едва ли не самая геніальная сторона въ устройствѣ движущаго аппарата крови! Весь снарядъ, вмѣстѣ съ кровью вѣситъ не больше 20 фунтовъ и проводитъ черезъ тѣло, вѣсящее немного болѣе 3 пудовъ, количество питательной жидкости въ 220 разъ больше, чѣмъ вѣситъ тѣло. При этомъ на долю легкаго, очистителя крови отъ газообразнаго продукта превращенія веществъ въ тѣлѣ—угольной кислоты, приходятся всѣ 720 пудовъ; а черезъ такой маленькій органъ, какъ почки, въ сутки проходитъ, вѣроятно, пудовъ 5.

Теперь о частныхъ скоростяхъ кровяного тока по различнымъ отдѣламъ кровеносной системы.

Для теченія жидкостей по замкнутымъ и открытымъ ложамъ существуетъ одинъ очень простой законъ, изъ котораго очень легко вывести распредѣленіе по ложу скоростей, даже въ случаѣ, если оно представляетъ неправиль-

ныя съуженія и расширенія. Этотъ законъ, вытекающій изъ несжимаемости жидкостей, гласитъ: какъ бы ни измѣнялось ложе, по которому течетъ жидкость, количества ея, протекающія въ теченіе даннаго времени черезъ различныя мѣста (черезъ поперечные разрѣзы) ложа, равны между собою. Если вдуматься хоть на минуту въ эти слова, то нельзя не убѣдиться, что иначе и быть не можетъ. Не будь такого закона, текущая жидкость должна была бы въ иныхъ мѣстахъ сгущаться, въ другихъ разрѣжаться. При невозможности же этого, законъ нашъ ведетъ къ тому, что въ случаѣ неравномѣрности ложа измѣняется быстрота тока—въ съуженныхъ мѣстахъ она увеличивается, а въ расширенныхъ замедляется. Это явленіе, извѣстное конечно, каждому изъ того, какъ текутъ рѣки, всецѣло примѣняется къ скоростямъ крови по длинѣ кровяного кольца.

Артеріальное ложе, какъ было сказано, постоянно вѣтвится, но вмѣстѣ съ тѣмъ оно и постоянно расширяется; сумма поперечныхъ разрѣзовъ всѣхъ вѣтвей, отходящихъ отъ даннаго ствола, всегда превышаетъ въ артеріяхъ поперечный разрѣзъ послѣдняго. Такое же расширеніе ложа существуетъ и въ мѣстѣ перехода артерій въ волосные сосуды. По другую сторону послѣднихъ венное ложе, наоборотъ, постепенно съуживается, но съуженіе это по длинѣ веннаго пути къ сердцу идетъ не такъ быстро, какъ расширеніе артерій. Это вытекаетъ уже изъ того обстоятельства, что кровь аорты относится къ сердцу двумя полыми венами, изъ которыхъ каждая (особенно нижняя) имѣетъ поперечный разрѣзъ, равный поперечному разрѣзу аорты; но, кромѣ того, и на пути по тѣлу на одну приносящую артерію приходится обыкновенно не одна, а двѣ относящихъ вены. Поэтому ложе большого круга кровеобращенія имѣетъ вообще слѣдующую форму: начинаясь изъ лѣваго желудочка самымъ узкимъ мѣстомъ, оно расширяется въ направленіи къ волоснымъ сосудамъ, здѣсь имѣетъ наибольшую ширину

и затѣмъ снова начинаетъ съуживаться въ направленіи къ сердцу но менѣе быстро, чѣмъ расширялись артеріи. По такому ложу кровь должна течь съ наибольшей скоростью въ началѣ аорты, отсюда по длинѣ артерій она должна постоянно убывать; въ волосныхъ сосудахъ скорость должна быть меньше, чѣмъ гдѣ-нибудь; наконецъ, по венамъ кровь должна течь вообще съ быстротой, приблизительно, вдвое меньшей, чѣмъ по артеріямъ, и скорость должна въ нихъ прибывать по мѣрѣ приближенія къ сердцу.

Въ наукѣ существуютъ средства измѣрять скорость теченія крови въ различныхъ точкахъ кровяного кольца; я не буду, однако, описывать этихъ способовъ, такъ какъ подобныя измѣренія не привели до сихъ поръ ни къ какимъ важнымъ соображеніямъ или практическимъ выводамъ; поэтому скажу лишь нѣсколько словъ объ измѣреніи скорости въ волосныхъ сосудахъ. Это дѣлается при посредствѣ микроскопа. Берется отъ живого животнаго какая-нибудь прозрачная часть тѣла, безъ нарушенія, конечно, ея связи съ сердцемъ, и разстилается подъ микроскопомъ, который долженъ быть снабженъ придаткомъ, дающимъ возможность измѣрять поле зрѣнія во всевозможныхъ направленіяхъ. Передъ глазами появляется тогда цѣлая сѣть каналовъ, по которымъ текутъ, на видъ очень быстро, цѣлые сонмы круглыхъ тѣлецъ, окрашенныхъ въ желто-зеленоватый цвѣтъ, если разсматривать ихъ поодиночкѣ. Это и есть кровь съ ея шариками. Присматриваясь къ сѣти сосудовъ попристальнѣе (передвигая, если нужно, объектъ подъ микроскопомъ), легко замѣтить такія трубки, по которымъ кровь течетъ чрезвычайно быстро притомъ неравномѣрно, толчками—это артеріи; нельзя также не наткнуться на толстыя трубки съ медленнымъ равномѣрнымъ теченіемъ — это навѣрное вены. Волосные же сосуды узнаются потому, что они во-первыхъ, очень тонки—многіе едва даютъ возможность проталкиваться черезъ ихъ просвѣтъ одному только

шарику разомъ; во-вторыхъ, они образуютъ сѣти, въ-третьихъ, имѣютъ характерныя стѣнки. Между звеньями сѣти нужно выбрать такую трубочку, которая лежала бы по всей длинѣ передъ глазами и въ которой можно было бы прослѣдить движеніе каждаго шарика въ отдѣльности. Найдя такой сосудецъ. остается только опредѣлить время прохожденія по его длинѣ одного какого-нибудь шарика, такъ какъ длина пути непосредственно измѣряется микроскопомъ. Такія измѣренія и показываютъ что въ волосныхъ сосудахъ кровь еле-еле ползетъ—въ 1 секунду около 1 миллиметра. Кому случалось наблюдать подъ микроскопомъ движеніе крови безъ всякой задней мысли, тотъ можетъ не повѣрить моимъ словамъ—такъ быстро на видъ ея теченіе; стоитъ, однако, сообразить, что представленіе о скорости слагается всегда изъ двухъ элементовъ, времени и пробѣгаемаго пространства, и что микроскопъ, оставляя первое безъ измѣненія, увеличиваетъ пространство въ нѣсколько разъ тогда дѣло и объяснится. Въ среднихъ отдѣлахъ системы аорты скорость считаютъ около 200 мм. въ 1 сек., а въ началѣ ея скорость принимается = 400 мм. въ 1″

Такимъ образомъ, если на протеканіе крови по волоснымъ сосудамъ аорты и легочной артеріи положить 3″—4″ (волосные сосуды по длинѣ не превышаютъ 2 мм.), то изъ 30″ продолжительности цѣлаго оборота крови, на артеріи придется 12″, а на вены 24″ (полагая. что, въ среднемъ, венное ложе вдвое шире артеріальнаго). Зная, кромѣ того, продолжительность одного оборота крови по тѣлу, легко высчитать, что въ теченіе сутокъ она обернется почти 3.000 разъ.

Изъ того, что было выше сказано о количествѣ крови, приносимой къ тканямъ въ теченіе сутокъ, легко понять, что для передвиженія такой громадной массы жидкости черезъ каналы столь узкіе, какъ волосные сосуды, требуется затрата большого количества энергіи со стороны сердца, и именно обоихъ его желудочковъ, такъ какъ по

длинѣ всего кровеноснаго кольца работаютъ они оба. По счастью величину ихъ работы опредѣлить очень легко. Извѣстно, что какъ ни разнообразны на видъ чисто механическія работы разныхъ машинъ, ихъ сравнительно легко перевести на очень простую работу поднятія въ теченіе извѣстнаго времени опредѣленнаго груза на опредѣленную высоту. Произведеніе послѣднихъ двухъ факторовъ (высоты на грузъ) и принимается за мѣру механической работы; а условною единицею этой мѣры служитъ произведеніе изъ какой-нибудь вѣсовой единицы на высоту, выражаемую какою-нибудь единицею линейной мѣры. За единицу линейную берутъ обыкновенно метръ, за вѣсовую—килограммъ, за единицу времени—секунду, и эту мѣру называютъ килограммометромъ. Поэтому, если говорятъ: лошадиная сила равна 75 килограммометрамъ, это значитъ что лошадь въ состояніи въ теченіе одной секунды поднять тяжесть въ 75 килогр. на высоту 1 метра, или, наоборотъ, тяжесть 1 килогр. на высоту 75 метровъ.

Сердце, какъ давящій насосъ, тоже производитъ чисто механическую работу, поэтому и она должна быть выражена въ килограммометрахъ. Но для этого намъ нужно работу сердца выразить работой поднятія тяжести на опредѣленную высоту. Этимъ мы теперь и займемся

Съ цѣлью разъясненія дѣла обращаю вниманіе читателя на маленькій схематическій снарядъ (рис. 6), въ которомъ каучуковый шаръ представляетъ лѣвый желудочекъ, выходящая изъ него горизонтальная трубка съ краномъ—аорту, а длинная вертикальная—манометръ въ началѣ аорты. Шаръ наполненъ водой, заходящей и въ аорту и въ манометръ аршина на полтора кверху; аорта пока заперта краномъ. Беру шаръ въ руку и сдавливаю его стѣнки—вода поднимается по трубкѣ все выше и выше, наконецъ, на высотѣ около $1^1/_2$ сажени она останавливается и нейдетъ больше кверху. Можно было бы подумать, что остановка воды

зависитъ оттого что изъ шара выдавлена въ манометръ вся вода, но этого нѣтъ, а между тѣмъ при всѣхъ усиліяхъ поднять воду выше мнѣ это не удается. Отчего же это можетъ зависѣть? Столбъ жидкости въ манометрѣ давитъ на стѣнки шара и стремится ихъ расширить, тогда какъ моя рука старается, наоборотъ, сжать шаръ. По мѣрѣ повышенія столба жидкости, давящая сила его, противодѣйствующая мышечнойсилѣ моей руки и становясь все больше и больше. очевидно должна, наконецъ, достичь такой величины при которой она будетъ уравновѣшивать силу моей

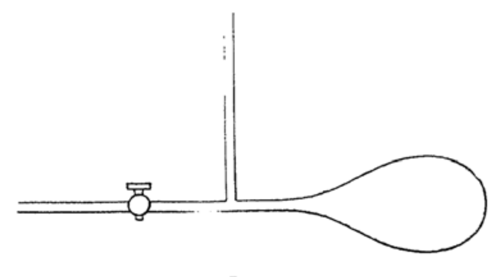


Рис. 6.

руки. Этотъ моментъ и наступилъ въ приведенномъ опытѣ, когда вода въ манометрѣ остановилась. не поднимаясь болѣе кверху, но и не опускаясь книзу; и. конечно. въ данномъ случаѣ высота водяного столба можетъ служить мѣрою и для мышечной силы моей руки и для произведенной ею работы.

Теперь я дѣлаю тотъ же опытъ, но при при очень мало открытомъ кранѣ аорты. Въ этомъ случаѣ манометрическій столбъ понижается сравнительно съ первымъ случаемъ, но все-таки остается нѣсколько секундъ неподвижнымъ. Пониженіе его совершенно понятно—теперь сила моей руки про-

*

изводитъ не одно повышеніе воды въ манометрѣ, какъ было въ первомъ случаѣ, а приводитъ еще въ движеніе жидкость, вытекающую черезъ аорту. Давящая сила разложилась, слѣдовательно, на двѣ части: одна превратилась въ напряженіе жидкости, выражающееся высотою манометрическаго столба, а другая часть превратилась въ скорость. Въ этомъ случаѣ, если бы пришлось измѣрять работу моей руки по произведеннымъ ею эффектамъ, оба эффекта пришлось бы сложить вмѣстѣ.

Сердце или, точнѣе, его желудочки, по производимымъ ими работамъ, очевидно, находятся въ условіяхъ 2-го опыта: всей массѣ крови, которую они выталкиваютъ во время сокращенія въ артеріи, они сообщаютъ, съ одной стороны, извѣстной величины напряженіе, а съ другой, извѣстную скорость. Но величина послѣдней въ аортѣ настолько незначительна, что ею можно безъ ощутительной погрѣшности пренебречь; черезъ это и правый, и лѣвый желудочекъ по ихъ работѣ, становятся въ условія нашего перваго опыта съ каучуковымъ шаромъ. Отъ него же перейти къ опредѣленію работы лѣваго желудочка въ килограммометрахъ уже очень легко. При каждомъ сокращеніи онъ вталкиваетъ въ аорту около 180 грм. крови и всему этому количеству сообщаетъ напряженіе = почти 3 метрамъ кровяного столба; это значитъ, каждая частичка всей выталкиваемой желудочкомъ крови могла бы быть поднята сердцемъ въ манометрѣ на высоту 3 метровъ [1]; но отсюда явно слѣдуетъ, что работа одного сокращенія $= 0,18$ килогр. $\times 3$ метра $= 0,54$ ки-

[1]) Убѣдиться въ этомъ очень легко слѣдующимъ образомъ. Представимъ себѣ, что кровь въ манометрѣ должна была бы подняться на 3 метра, а манометръ нѣсколько короче, хоть на полвершка, напримѣръ; тогда вся выталкиваемая изъ желудочка кровь, 180 гр. (или 0,18 кило), очевидно, перелилась бы черезъ верхній конецъ манометра; но для того, чтобъ перелиться, эти 180 гр. крови должны были подняться на всю высоту манометра.

лограммометра. Сложивъ теперь работу всѣхъ сокращеній желудочка за сутки, т.-е. помноживъ 0,54 послѣдовательно на 70, 60 и 24, получимъ круглымъ числомъ 54.000 килограммометровъ—суточную работу лѣваго желудочка. Это произведеніе можно разложить на 54 кило, какъ тяжесть, и 1.000 метровъ какъ высоту поднятія. 1.000 метр. равны, приблизительно, верстѣ, а 54 кило, считая каждое равнымъ $2^1/_4$ фунт., составятъ 3 пуда. Слѣдовательно, суточная работа лѣваго желудочка будетъ равняться поднятію 3 пудовъ на высоту одной версты, или одного пуда на высоту 3 верстъ.

Правый желудочекъ значительно слабѣе лѣваго. По приблизительнымъ измѣреніямъ онъ сообщаетъ крови въ началѣ легочной артеріи напряженіе втрое меньше, чѣмъ лѣвый желудочекъ, поэтому и величина его работы втрое меньше.

Уже изъ этого бѣглаго очерка видно, какими совершенствами обладаетъ кровеносный аппаратъ. Сумма ихъ, однако, далеко еще неисчерпана: онъ имѣетъ нѣсколько придатковъ крайне существенныхъ въ дѣлѣ снабженія тѣла питательными матеріалами и вмѣстѣ съ тѣмъ очень оригинальныхъ и остроумныхъ по устройству. Я разумѣю общую и частную регуляцію кровяного тока, очистку крови отъ продуктовъ разложенія и лимфатическую систему. Однако въ этой главѣ рѣчь будетъ идти только о регуляторахъ движенія крови.

Согласно сдѣланному во введеніи опредѣленію регуляціи работъ въ животномъ тѣлѣ, вопросъ идетъ, очевидно, о вліяніи нервной системы, производящемъ и видоизмѣняющемъ движенія сердца, какъ главнаго двигателя крови. Это общая регуляція кровяного тока. Но затѣмъ есть и частная, которою достигается временно-неравномѣрное распредѣленіе крови по тѣлу, т.-е. сравнительно большій или меньшій притокъ ея въ ту или другую провинцію тѣла. Этотъ видъ регулированія производится дѣйствіемъ нерв-

ной системы на стѣнки артерій, съуженіемъ или расширеніемъ ихъ просвѣта.

Сокращенія стѣнокъ сердца по самому основному смыслу ихъ задачи—производить непрерывное теченіе жидкости по замкнутому въ себя трубчатому кольцу—не могутъ быть иными, какъ періодическими, полости сердца должны попеременно то съуживаться, то расширяться, и предсердія должны очевидно опережать желудочки. Поэтому тотъ отдѣлъ нервныхъ механизмовъ сердца, которымъ производится періодическія съуженія его полостей, представляетъ самую главную часть нервно-сердечнаго аппарата, а на второмъ мѣстѣ стоятъ механизмы, согласующіе дѣятельность предсердій и желудочковъ во времени. Свѣдѣнія наши касательно обоихъ механизмовъ, къ сожалѣнію, крайне ничтожны Извѣстно только слѣдующее. Нервными вліяніями производятся лишь съуженія полостей (черезъ посредство мышечныхъ стѣнокъ, которыя при этомъ сокращаются), расширенія же ихъ (соотвѣтствующія растяженію сократившихся стѣнокъ) считаются актами пассивными. Оба рода нервныхъ механизмовъ (производители и согласователи движеній) лежатъ въ верхней половинѣ сердца и не заходятъ ниже горизонтальной перегородки, отдѣляющей предсердія отъ желудочковъ [1]). Въ основѣ періодическихъ нервныхъ импульсовъ, заставляющихъ мышцы сердца сокращаться, лежитъ, по всей вѣроятности, родъ непрерывнаго раздраженія или заряжанія сердечныхъ центровъ энергіей; послѣдняя въ каждый промежутокъ покоя, накопляясь мало-по-малу, переливается на извѣстной высотѣ черезъ край и производитъ раздражающій толчекъ Важно замѣтить наконецъ, что нервные снаряды въ стѣнкахъ сердца и са-

---

[1]) Если отрѣзать желудочекъ отъ предсердій подъ горизонтальной перегородкой между ними, то предсердія продолжаютъ биться, а желудочекъ останавливается.

мыя стѣнки отличаются чрезвычайной чувствительностью ко всякимъ внѣшнимъ вліяніямъ. Какъ согласуется дѣятельность предсердій и желудочковъ, совсѣмъ неизвѣстно.

Регуляторовъ, видоизмѣняющихъ дѣятельность сердца два. Одинъ умѣряетъ ее, замедляя ритмъ безъ ослабленія силы каждаго отдѣльнаго сокращенія, а другой учащаетъ удары сердца, ослабляя дѣятельность каждаго удара. Оба вліянія приносятся сердцу извнѣ изъ главныхъ центральныхъ частей нервной системы—умѣряющія черезъ посредство волоконъ Виллизіева нерва, а вторыя черезъ посредство нервовъ-ускорителей. Сердечныя волокна перваго рода называютъ также тормозящими, потому что при постепенномъ усиленіи ихъ возбужденія замедленіе сердечныхъ ударовъ переходитъ, наконецъ, въ полную остановку сердца въ разслабленномъ состояніи. Подобные случаи бываютъ и въ жизни, когда, напр., изъ внезапныхъ и очень сильныхъ подавляющихъ аффектовъ происходятъ обмороки. Въ этихъ случаяхъ обморокъ обусловливается именно временной остановкой сердца съ вытекающимъ изъ нея, какъ послѣдствіе, временнымъ непритокомъ крови къ головному мозгу. Ускоритель сердечнаго ритма тоже можетъ возбуждаться къ дѣятельности психическими аффектами и другими вліяніями, напр., движеніями тѣла.

Регуляторовъ ёмкости артерій тоже два. Одинъ изъ нихъ держитъ постоянно всѣ приводящіе сосуды тѣла въ нѣсколько сжатомъ состояніи, а другой дѣйствуетъ, вѣроятно (образъ дѣйствія 2-го регулятора не вполнѣ еще выясненъ для различныхъ мѣстъ тѣла), парализующимъ образомъ (подобно тому, какъ тормозящій снарядъ дѣйствуетъ на двигателей сердца) на различные отдѣлы перваго регулятора. Снарядъ съуживающій артеріи, есть нервный механизмъ, родящійся изъ головного мозга и расходящійся отсюда по всему тѣлу въ формѣ нервныхъ волоконъ, идущихъ самыми разнообразными путями, но въ концѣ-концовъ внѣдряющихся въ стѣнки

артерій. Здѣсь этотъ аппаратъ оканчивается мышечными кольцами, оплетающими артеріи по всей ихъ длинѣ. Есть очень простые опыты, которые показываютъ что изъ центральныхъ частей описаннаго аппарата должны выходить по длинѣ нервныхъ нитей непрерывные импульсы, которые держатъ всю систему мышечныхъ колецъ артерій въ нѣсколько сокращенномъ состояніи. Стòитъ, напр., перерѣзать всѣ нервы, подходящіе къ какому-нибудь отдѣльному члену тѣла, напр. къ ногѣ, рукѣ или уху, и въ членѣ появляется цѣлый рядъ явленій, указывающихъ на усиленный притокъ крови, вслѣдствіе расширенія артерій—рука, нога и ухо становятся при этомъ теплѣе, кожа краснѣетъ, изъ надрѣзовъ ея вытекаетъ крови болѣе, чѣмъ обыкновенно. Такіе опыты особенно поучительны на кроличьемъ ухѣ, такъ какъ оно на столько тонко, что просвѣчиваетъ; здѣсь послѣ перерѣзки нервовъ глазъ видитъ непосредственно расширеніе артерій, которое тотчасъ же переходитъ, наоборотъ, въ съуженіе, если конецъ перерѣзаннаго нерва раздражается рядомъ электрическихъ ударовъ.

Съуживающія вліянія распространены по всему тѣлу, а для расширяющихъ всеобщее распространеніе, хотя и не вполнѣ доказано но очень вѣроятно. Такъ, краска стыда, представляющая, безъ всякаго сомнѣнія результатъ психическаго возбужденія расширителей артерій, захватываетъ въ интенсивныхъ случаяхъ очень обширную область въ верхней половинѣ тѣла (извѣстны случаи, что она разливается черезъ всю шею на спину, сопровождаясь отдѣленіемъ слезъ, шумомъ въ ушахъ и пр.) При раздраженіи же нерва, извѣстнаго подъ именемъ депрессора, расширяются сосуды брюшныхъ внутренностей; а опытами надъ нервами заднихъ конечностей доказано существованіе расширяющихъ вліяній на ноги. Самыми рѣзкими примѣрами расширенія сосудовъ подъ вліяніемъ нервнаго раздраженія остаются до сихъ поръ:

случай въ подчелюстной железѣ и наполненіе кровью т. наз пещеристыхъ тѣлъ у млекопитающихъ.

Что касается до причинъ, приводящихъ въ дѣйствіе тотъ или другой регуляторъ, то извѣстно только, что онѣ очень разнообразны. Оба регулятора возбуждаются психическими аффектами (блѣднѣніе и краснѣніе лица), тепломъ и холодомъ окружающаго воздуха и такъ называемыми мѣстными раздраженіями.

Устройство лимфатической системы.—Составъ лимфы.—Происхожденіе ея жидкой части и тѣлецъ.

На приложенной схемѣ кровеносная система представлена одной артеріей *A* и одной веной *B*, съ ихъ волосными сосудами въ *C* (послѣдніе изображены мелкими штрихами)· а лимфатическая система—однимъ сточнымъ каналомъ *D* съ его началами въ тканяхъ, т.-е. въ *C*. Если допустить на одну минуту, что кровяные капилляры сообщаются съ началами лимфатической системы (что далеко не доказано), то выходило бы, что послѣдняя представляетъ ничто иное, какъ рукавъ кровеносной системы, отходящій отъ нея въ капиллярахъ и впадающій въ вены близъ сердца. Но и безъ такого сообщенія на лимфатическую систему все-таки слѣдуетъ смотрѣть именно такимъ образомъ, потому что жидкая часть крови, выступивъ изъ полости кровяныхъ капилляровъ черезъ ихъ стѣнки—фильтраціей или черезъ открытыя отверстія, все равно—вливается въ начала лимфатической системы и течетъ,—тутъ она уже называется лимфой,—какъ кровь по венамъ, отъ тканей къ сердцу, впадая близъ него въ вены.

Подобно венамъ, лимфатическіе сосуды расположены въ тѣлѣ сѣтями и прерываются такими же клапанами, какъ вены. Но рядомъ съ такими сходствами лимфатическій рукавъ представляетъ слѣдующія отличія отъ веннаго: онъ несравненно меньше его по емкости—главный стокъ лимфы, грудной протокъ, толщиной у человѣка всего въ гусиное

перо. Во-вторыхъ, лимфатическая система наполнена жидкостью (лимфой), похожей, но не тождественной съ кровью. Въ-третьихъ, путь лимфатическихъ каналовъ прерывается компактными образованiями, называемыми **лимфатическими железами** (*a, a, a* на схемѣ) Въ-четвертыхъ, на-

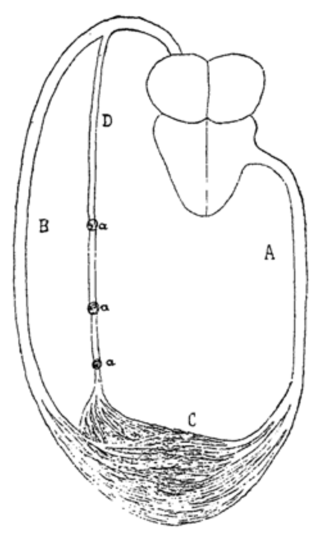


Рис. 7.

чала лимфатической системы въ тканяхъ представляютъ самостоятельныя полости, тогда какъ вены началъ не имѣютъ, будучи продолженiемъ артерiй черезъ посредство капилляровъ. Объ этихъ особенностяхъ, начиная съ послѣдней, и будетъ теперь рѣчь.

Лимфатическая система начинается въ тканяхъ отовсюду, куда притекаетъ кровь [1]), но не вездѣ одинаково. Анатомы принимаютъ три формы началъ: въ видѣ тканевыхъ трещинъ, соковыхъ канальцевъ и периваскулярныхъ пространствъ. Тканевыя трещины суть свободныя пространства между слѣдующими, никогда не сростающимися другъ съ другомъ, составными частями всякаго органа или ткани: между мягкимъ остовомъ изъ волоконъ и пластинокъ соединительной ткани (который служитъ механической поддержкой и скрѣпой для органа), пронизывающею ткань сѣтью кровеносныхъ сосудовъ, и характерными или, какъ говорятъ, специфическими элементами органа [2]). Между этими составными частями по необходимости должны существовать микроскопическія щели, такъ какъ онѣ лишь соприкасаются другъ съ другомъ; и сюда-то въ эти начала лимфатической системы, фильтруется жидкая часть крови. Сообщеніе тканевыхъ трещинъ съ настоящими лимфатическими каналами доказывается впрыскиваніемъ окрашенныхъ массъ непосредственно въ толщу органовъ. Въ этихъ случаяхъ окрашенное вещество не только разливается по толщѣ органа, но и переходитъ въ настоящіе лимфатическіе сосуды.

Соковыми канальцами (рис. 8 и 9. I) называются звѣздчатыя полости въ пластинкахъ соединительной ткани, сообщающіяся другъ съ другомъ исливающіяся въ лимфатическіе капилляры, выстланные эндотеліемъ. Насколько такія пластинки входятъ въ составъ мягкаго скелета органовъ, настолько соковые канальцы, съ лежащими въ нихъ сократи-

---

[1]) Сфера ея распространенія даже нѣсколько больше. Такъ, въ прозрачной роговой оболочкѣ глаза кровяныхъ сосудовъ нѣтъ, а между тѣмъ ткань ея пронизана началами лимфатическихъ сосудовъ, т. наз. соковыми канальцами.

[2]) Въ мышцѣ специфическій элементъ есть мышечное волокно; въ нервной ткани—нервное волокно и нервная клѣтка; въ железѣ—отдѣлительная клѣтка и пр.

тельными тѣльцами соединительной ткани, служатъ въ данномъ мѣстѣ началами лимфатической системы.

Третья форма (рис. 8 и 9, II), встрѣчающаяся въ центральной нервной системѣ, костномъ веществѣ и печени, представляетъ сѣть лимфатическихъ каналовъ, охватывающую сѣть волосныхъ сосудовъ, какъ перчатка охватываетъ руку.

Первая и третья форма началъ объясняютъ очень просто происхожденіе жидкой части лимфы изъ крови путемъ фильтраціи Переходъ же кровяной плазмы въ соковые канальцы

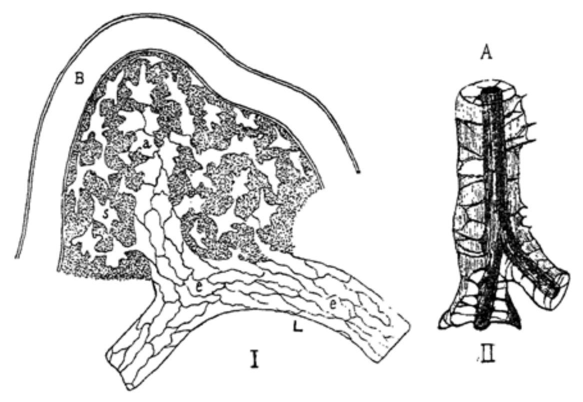


Рис. 8 и 9.

понятенъ лишь при условіи, если допустить прямое сообщеніе полости послѣднихъ съ полостью кровяныхъ капилляровъ, притомъ отверстіями настолько малыми, что черезъ нихъ не могутъ продавливаться при жизни красные кровяные шарики, а на трупахъ окрашенныя инъекціонныя массы, впрыскиваемыя въ кровеносные сосуды.

По внѣшнему виду лимфа очень рѣзко отличается отъ крови, представляя почти безцвѣтную (какъ плазма крови) и прозрачную жидкость; но, въ сущности это есть кровь безъ красныхъ кровяныхъ шариковъ, съ меньшимъ противъ крови содержаніемъ бѣлыхъ (въ 1 куб. мм. ихъ насчитываютъ менѣе 10.000). Подобно крови, лимфа свертывается и состоитъ въ своей жидкой половинѣ изъ такой же смѣси бѣлковыхъ тѣлъ, какъ плазма. Даже по составу золы она сходна съ послѣднею. Единственная разница между ними заключается лишь въ томъ, что бѣлковый растворъ въ плазмѣ лимфы бываетъ обыкновенно нѣсколько жиже, чѣмъ въ плазмѣ крови; и это есть одинъ изъ доводовъ въ пользу фильтраціи первой изъ послѣдней, такъ какъ при фильтраціи коллоидовъ фильтратъ всегда жиже фильтруемаго.

Что касается до прямыхъ опытовъ которыми доказывается фильтрація жидкой части крови въ начала лимфатической системы, то въ основѣ ихъ лежитъ слѣдующій рядъ разсужденій. Прямые опыты надъ лимфатическими началами, по причинѣ ихъ малости, невозможны; но каналы, выводящіе лимфу изъ тканей, настолько велики, что ихъ можно обнажать, перерѣзывать и собирать, съ цѣлью измѣренія, вытекающую изъ нихъ жидкость; по количеству же послѣдней, очевидно можно судить и о количествѣ лимфы, приготовляемой въ данномъ участкѣ тѣла. На этомъ основаніи, если лимфа приготовляется изъ крови путемъ фильтраціи то, конечно, слѣдуетъ ожидать, что съ усиленіемъ послѣдней въ какомъ ни на есть мѣстѣ тѣла, количество лимфы, выносимой изъ него отводящимъ каналомъ, тотчасъ же должно увеличиваться. Все дѣло, стало быть, въ томъ, чтобы навѣрняка усилить или ослабить условія фильтраціи крови, а тамъ уже вопросъ рѣшается простымъ измѣреніемъ количества вытекающей изъ лимфатической трубки жидкости. Но какъ же усилить или ослабить условія фильтраціи крови? Усиленіе ихъ легче, и потому я скажу только

объ немъ. Усилить условія фильтраціи—значитъ усилить дѣйствіе силы, продавливающей кровь черезъ стѣнки волосныхъ сосудовъ, другими словами, для этого нужно усилить напоръ крови въ волосныхъ сосудахъ. Достигнуть же этого, очевидно, легко, затруднивъ оттокъ крови по венамъ,—тогда въ соотвѣтствующей провинціи волосныхъ сосудовъ должно накопляться бо̀льшее противъ нормы количество крови, продолжающей нѣкоторое время притекать по артеріямъ, кровь должна застаиваться въ волосныхъ сосудахъ расширять ихъ и усиленно давить на стѣнки.

Въ этой формѣ опыты обыкновенно и дѣлаются. Обнажается лимфатическій каналъ, относящій лимфу отъ какого-нибудь члена, прорѣзывается и измѣряется количество лимфы, вытекающей въ теченіе извѣстнаго времени. Затѣмъ перевязываютъ вены, относящія кровь отъ органа, и опять мѣряютъ количество вытекающей лимфы. Жидкости вытекаетъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ втрое или даже болѣе, чѣмъ передъ наложеніемъ перетяжки [1]).

Кто не знаетъ далѣе, что если перетянуть, напр., руку надъ локтемъ, то она подъ перетяжкой отекаетъ. Послѣдняя, сдавливая вены и лимфатическіе сосуды, не мѣшаетъ крови течь по глубоко лежащимъ и труднѣе сдавливаемымъ артеріямъ; поэтому ниже перетяжки образуются условія, съ одной стороны, для усиленія фильтраціи крови (вслѣдствіе сдавленія венъ), съ другой, для затрудненія оттока профильтровавшейся лимфы (вслѣдствіе сдавленія лимфатическихъ сосудовъ). По обѣимъ причинамъ лимфа застаивается въ началахъ системы, растягиваетъ ихъ и производитъ то набуханіе, которое зовутъ отекомъ.

Только-что описанные опыты даютъ возможность ска-

---

[1]) Не упоминаю о дѣйствіи т. наз лимфогонныхъ средствъ, при которомъ лимфообразованіе уклоняется отъ законовъ фильтраціи.

зать нѣсколько словъ объ одной общеизвѣстной болѣзни— водянкѣ и сообщить вмѣстѣ съ тѣмъ одну очень интересную и важную деталь въ устройствѣ лимфатической системы.

Водяная болѣзнь, отъ какой бы отдаленной причины она ни происходила, имѣетъ своимъ ближайшимъ основаніемъ почти всегда затрудненное движеніе крови по венамъ той или другой части тѣла. Водянка есть всегда результатъ усиленной фильтраціи крови накопляется ли жидкость въ толщѣ органовъ, подъ кожей, или собирается въ свободныхъ полостяхъ, какъ, напр., при грудной и брюшной водянкѣ. Чтобы послѣднія двѣ формы болѣзни были, однако, понятны, мнѣ необходимо сказать нѣсколько словъ о положеніи органовъ въ грудной и брюшной полости. Если вскрыть животъ, то, въ противоположность моимъ словамъ, въ немъ нѣтъ никакого свободнаго пространства. онъ вполнѣ и даже съ избыткомъ выполненъ брюшными внутренностями. Однако свободная и гладкая поверхность послѣднихъ (желудка, печени кишекъ и проч.) всегда мокра, и то же самое замѣчается на гладкой внутренней поверхности брюшныхъ стѣнокъ Стало быть, между брюшными стѣнками и поверхностью брюшныхъ внутренностей есть все-таки маленькое пространство съ небольшимъ количествомъ жидкости. И такое пространство, въ формѣ капиллярной щели, конечно, должно существовать, такъ какъ стѣнки живота и его содержимое лишь соприкасаются другъ съ другомъ. Но откуда же взяться въ этой капиллярной щели жидкости? Если обратить вниманіе на поверхность кишекъ съ одной стороны и на внутреннюю поверхность брюшныхъ стѣнокъ съ другой. тогда разгадка разъяснится. Въ гладкой пластинкѣ, выстилающей эти поверхности, развѣтвляются сосуды; въ волосной части послѣднихъ, конечно, постоянно происходитъ фильтрація. и жидкость изливается въ капиллярную щель между стѣнками живота и его содержимымъ. Но если это такъ, то казалось бы, что у каждаго человѣка должна сдѣлаться брюшная

водянка, такъ какъ фильтрація въ капиллярную щель, продолжаясь годы, должна же, наконецъ, растянуть эту полость. Это и было бы, если бы не существовало въ одномъ мѣстѣ брюшной стѣнки снаряда, играющаго роль предохранительнаго клапана. На нижней сторонѣ діафрагмы, обращенной къ полости живота, по самой серединѣ ея, расположена сѣть лимфатическихъ трещинъ, сообщающихся съ полостью живота рядомъ открытыхъ отверстій, и отверстія эти, какъ показываетъ опытъ, служатъ не для изливанія лимфы въ брюшную полость, а наоборотъ, для присасыванія изъ послѣдней жидкостей (именно, если впрыснуть въ брюшную полость какую-нибудь легко узнаваемую жидкость, она очень быстро попадаетъ въ лимфатическую сѣть діафрагмы). Эти-то сосала, встрѣчающіяся также въ стѣнкахъ грудной полости, и предотвращаютъ скопленіе кровяного фильтрата, если его отдѣляется немного. Когда же вслѣдствіе затрудненнаго движенія крови по брюшной или грудной венной системѣ, фильтрація въ капиллярныя щели значительно усиливается, предохранительные снаряды, разсчитанные на нормальныя условія, оказываются недостаточно сильными, и жидкость, скопляясь въ капиллярной щели, растягиваетъ ее, наконецъ, въ огромную полость.

Такіе же снаряды существуютъ и въ нѣкоторыхъ другихъ мѣстахъ тѣла (напр. въ фасціяхъ мышцъ), но еще мало изслѣдованы. Что же касается до лимфатическихъ началъ въ тканяхъ, гдѣ при болѣзненныхъ условіяхъ (въ отекѣ) тоже можетъ быть скопленіе кровяного фильтрата, тамъ роль предохранительныхъ снарядовъ берутъ на себя истоки ихъ, лимфатическія трубки.

О значеніи этихъ истоковъ и будетъ теперь рѣчь.

Установивъ фактъ выступленія жидкой части крови изъ полости кровеносныхъ сосудовъ, какъ несомнѣнную истину, мы этимъ самымъ поставили себя въ необходимость отвѣчать на вопросъ, что дѣлается далѣе съ кровянымъ филь-

тратомъ. Если онъ по мѣрѣ своего образованія, тотчасъ же и безъ остатка употребляется въ дѣло элементами тѣла превращающими его въ свое вещество, то въ крови должны были бы быстро образоваться значительные дефициты питательной жидкости и рядомъ съ этимъ существовать условія для быстраго покрытія ихъ. Или можетъ быть, не весь кровяной фильтратъ потребляется сразу, и тогда является вопросъ, куда дѣвается излишекъ. Вдумавшись нѣсколько въ эти вопросы, легко убѣдиться что первый случай мало вѣроятенъ. Онъ возможенъ только или при какой-то ничѣмъ ненасытной алчности элементовъ тѣла къ питательному соку, что невозможно, такъ какъ объемъ разрушенія веществъ въ тѣлѣ въ каждую единицу времени имѣетъ предѣлы; или при условіи, когда питательнаго сока фильтруется въ каждый маленькій участокъ тѣла именно столько, сколько его тамъ нужно для возстановленія потерь, что, въ свою очередь, трудно выполнимо такъ какъ фильтрація производится слѣпою силою напора сердца. Поэтому второй случай возможнѣе, и онъ, въ самомъ дѣлѣ имѣетъ мѣсто. Лимфатическія начала имѣютъ истоки въ систему лимфатическихъ сосудовъ, по которымъ излишекъ фильтрата течетъ въ вены, т.-е. возвращается въ потокъ крови, изъ котораго вышелъ.

Такимъ образомъ, лимфатическая система предназначена *сохранять и возвращать крови излишки выступившаго изъ нея питательнаго вещества*.

Излишки эти, въ сравненіи съ количествомъ фильтрующейся плазмы крови очень незначительны. Въ сутки по тѣлу проходитъ болѣе 450 пудовъ плазмы (при 720 пудахъ крови), а суточное количество лимфы, текущей черезъ грудной протокъ, считаютъ всего въ 10—15 фунтовъ.

О судьбахъ той части лимфы, которая задерживается въ тканяхъ знаютъ очень мало. Тамъ, гдѣ она имѣетъ непосредственный доступъ къ специфическимъ элементамъ орга-

новъ (какъ, напр., въ слюнныхъ железахъ), лимфа представляетъ несомнѣнно посредницу между кровью и тканью, т.-е. представляетъ въ одно и то же время резервуаръ питательнаго матеріала и резервуаръ для стока тканевыхъ отбросовъ, т.-е. продуктовъ разложенія. Тамъ же, гдѣ по устройству началъ лимфа не можетъ прямо омывать элементовъ ткани она не можетъ, повидимому, играть указанной выше посредствующей роли. Во всякомъ же случаѣ, въ ея задачи не можетъ входить снабженіе тканей кислородомъ—это дѣло крови

Теперь посмотримъ, какія силы заставляютъ двигаться лимфу?

Главнѣйшая изъ нихъ опять-таки напоръ сердца. Подъ его вліяніемъ происходитъ непрерывное накопленіе лимфы въ тканевыхъ началахъ; стѣнки послѣднихъ хотя и могутъ растягиваться, но только до извѣстной степени, притомъ же полости началъ имѣютъ свободные истоки въ сторону лимфатическихъ трубокъ. Подъ вліяніемъ всѣхъ этихъ условій вмѣстѣ постоянное накопленіе жидкости въ началахъ должно наконецъ, повести къ выступленію изъ нихъ жидкости. Съ этого момента каждая лишняя капля лимфы въ началѣ системы должна лишь поддерживать уже существующее вытеченіе Эта сила дѣйствуетъ, слѣдовательно, съ одного конца лимфатической системы. Съ другого же работаетъ присасывательное дѣйствіе грудной клѣтки, такъ какъ главный лимфатическій стволъ, грудной протокъ, идетъ черезъ всю вышину грудной полости, и для него, по отношенію къ периферическимъ частямъ лимфатической системы, существуютъ тѣ же условія что для устьевъ венъ. Кромѣ того, на переферическія части лимфатическихъ сосудовъ давятъ мышцы костнаго скелета при движеніяхъ тѣла, и это давленіе тоже помогаетъ теченію лимфы въ направленіи къ грудному протоку, такъ какъ клапаны лимфатическихъ сосудовъ допускаютъ движеніе жидкости только въ этомъ направленіи

Изъ того, что̀ было до сихъ поръ мною сказано, можно было бы подумать, что услуги описываемаго аппарата тѣлу исчерпываются функціями приводить питательный сокъ въ непосредственное соприкосновеніе съ элементами тѣла и возвращать крови избытокъ его; однако одного взгляда на путь лимфатическихъ сосудовъ достаточно, чтобы убѣдиться въ противномъ. Путь этотъ не сплошь состоитъ изъ трубокъ, но мѣстами перерывается болѣе или менѣе кругловатыми компактными тѣлами, величиною съ бобъ и менѣе; тѣла эти носятъ общее названіе лимфатическихъ железъ. Устройство ихъ можно передать вѣрно и просто помощью губки. Подобно ей, онѣ состоятъ изъ сѣтчатаго скелета, имѣющаго чисто механическое значеніе, съ заключенными въ его петляхъ специфическими элементами железы; послѣдніе имѣютъ форму безцвѣтныхъ круглыхъ шариковъ микроскопической величины и лежатъ совершенно свободно въ ноздряхъ сѣти; къ каждой железкѣ непремѣнно подходитъ артерія, входящая въ глубь по перегородкамъ остова и, конечно, переходящая затѣмъ въ волосные сосуды и вены; но сверхъ того къ каждой железѣ подходитъ и отходитъ отъ нея хоть по одной лимфатической трубкѣ; лимфа, приносимая приводящимъ каналомъ, разливается по ноздрямъ, омываетъ своимъ токомъ лимфатическіе шарики и выходитъ изъ железы выводящимъ протокомъ. Наблюденіе надъ такими мѣстами, лимфатической системы, гдѣ можно сравнивать другъ съ другомъ подъ микроскопомъ каналы, не проходившіе еще черезъ железы, съ продолженіемъ ихъ за железами, показываетъ, что токъ лимфы уноситъ изъ полостей железъ безцвѣтные лимфатическіе шарики; съ другой стороны, есть факты, говорящіе въ пользу того, что послѣдніе фабрикуются въ полости железъ постоянно Такимъ образомъ оказывается, что въ сферѣ лимфатической системы существуетъ еще приготовленіе форменныхъ элементовъ, именно бѣлыхъ кровяныхъ шариковъ. Если принять среднимъ числомъ, что

суточное количество лимфы по объему составляетъ у человѣка 5 литровъ, то принимая далѣе что въ 1 к. стм ея содержится 8.000 бѣлыхъ шариковъ выходило бы, что въ сутки ихъ поступаетъ въ кровь изъ одной только лимфатической системы 40 милліоновъ. Число это кажется очень большимъ; но въ сравненіи съ постояннымъ числомъ форменныхъ элементовъ во всей массѣ крови оно незначительно Именно, въ 5 литрахъ крови содержится около 25.000 милліардовъ красныхъ и болѣе 80 милліардовъ бѣлыхъ шариковъ Стало быть. суточный приростъ послѣднихъ въ крови составляетъ всего $\frac{1}{2.000}$ постояннаго количества ихъ въ этой жидкости.

Итакъ, жизненное значеніе лимфатической системы заключается въ томъ, что. приводя питательныя вещества крови въ болѣе или менѣе тѣсное соприкосновеніе съ элементами тѣла. она сохраняетъ и возвращаетъ въ кровь избытки выступившаго изъ нея вещества и служитъ въ то же время мѣстомъ образованія лейкоцитовъ (вмѣстѣ съ селезенкой и аденоидной тканью кишечной стѣнки).

— —

Пищевареніе.

Пища животныхъ и человѣка.—Устройство пищеварительнаго канала.—Процессы пищеваренія.

Доказывать необходимость пищи для жизни вообще нечего; но важно знать, для какихъ именно жизненныхъ проявленій она нужна въ частности.

Въ зрѣломъ организмѣ, съ неизмѣннымъ вѣсомъ тѣла, она идетъ на возстановленіе частичныхъ разрушеній тканей (пластика). Возможность этого доказывается тѣмъ, что когда изнуренное голодомъ (отъ какой бы причины послѣдній не происходилъ) тѣло уменьшившееся отъ голода въ вѣсѣ и объемѣ, начинаетъ питаться нормально, вѣсъ его и объемъ, т.-е. убыль тканей, мало-по-малу возстановляются. Еще яснѣе выступаетъ пластическая служба пищи въ растущихъ молодыхъ организмахъ: тѣло грудного младенца, насколько оно растетъ, строится изъ молока; тѣло цыпленка цѣликомъ выстраивается изъ желтка и бѣлка яйца, потому что при насиживаніи въ яйцо ничего не поступаетъ извнѣ, кромѣ кислорода воздуха.

Вторая служба пищи заключается въ поддержаніи тепла въ тѣлѣ, которое безпрерывно теряется имъ (какъ всякимъ вообще тѣломъ, болѣе нагрѣтымъ, чѣмъ окружающій его воздухъ). Доказывается это всего рѣзче на домашнемъ скотѣ, если его держатъ зимой въ теплыхъ или холодныхъ помѣщеніяхъ. Въ послѣднемъ случаѣ нужно кормить сильнѣе, иначе скотъ худѣетъ, словно отъ голода.

Третья и послѣдняя служба пищи заключается въ томъ, что она служитъ матеріаломъ для сокоотдѣлительныхъ и мышечныхъ работъ. Первое и доказывать нечего—откуда, какъ не изъ пищи могли бы взяться молоко, моча, желчь и т п `Такихъ жидкостей въ тѣлѣ человѣка образуются въ сутки фунты, и онѣ по крайней мѣрѣ, на 3/4 своего вѣса выбрасываются изъ тѣла вонъ; а между тѣмъ вѣсъ послѣдняго, при нормальномъ питаніи. остается неизмѣннымъ Что же касается до пищи как матеріала мышечныхъ работъ, то это опять доказывается очень ясно на голодающихъ. Голодъ не только истощаетъ тѣло, но изнуряетъ силы. Хорошій кормъ столько же необходимъ для рабочаго человѣка, какъ для рабочаго скота.

Итакъ, пища человѣка и животныхъ должна заключать въ себѣ:

вещества, изъ которыхъ могутъ быть выстроены всѣ ткани тѣла:

вещества, которыя. превращаясь (распадаясь) въ тѣлѣ, даютъ тепло;

вещества изъ которыхъ могутъ развиться всѣ отдѣлимые железами соки: и. наконецъ,

вещества, изъ превращеній которыхъ родятся, какъ изъ каменнаго угля въ паровыхъ машинахъ, двигательныя силы.

Понятно, что всѣмъ этимъ условіямъ удовлетворяютъ слѣдующія наипростѣйшія пищевыя смѣси: птичье яйцо, молоко, хлѣбъ и пища плотоядныхъ, состоящая изъ мяса и жира. Всѣ эти смѣси завѣдомо способны поддерживать цѣлость тѣла, его теплоту и рабочія силы.

Впрочемъ, и въ пищѣ человѣка, не смотря на крайнее разнообразіе ея по составу, наиболѣе существеннымъ считается мясо, хлѣбъ и жиръ, все же остальное (за исключеніемъ развѣ сахара) имѣетъ значеніе вкусовыхъ приправъ.

Посмотримъ же, изъ какихъ веществъ состоятъ наши смѣси.

	Вода.	Бѣлки.	Жиръ.	Угле-воды [1]).	Соли.
Куриное яйцо	74,5	12,5	12,2	слѣды	1,0
Коровье молоко	87,5	3.4	3,6	4,8	0,7
Говядина	55—76,5	17—21	26—1,55	0,5	1,0
Пшеничн. хлѣбъ	36,0	7.1	0.51	55,2	1,0

При сравненіи ихъ другъ съ другомъ оказывается, что повсюду въ составъ смѣси входитъ (кромѣ воды и солей) бѣлокъ, и въ одномъ молокѣ, рядомъ съ нимъ, равныя количества жира и углевода (молочнаго сахара), тогда какъ въ остальныхъ послѣдніе два присоединяются къ бѣлку въ одиночку—въ хлѣбѣ углеводъ, а въ мясѣ и яйцѣ жиръ. Уже отсюда слѣдуетъ, что бѣлокъ есть необходимая составная часть пищи, а жиры и углеводы суть придаточныя вещества, могущія въ пищѣ замѣщать другъ друга.

Опыты кормленія животныхъ этими основными веществами пищи въ одиночку и по два вполнѣ подтвердили только-что сказанное

Бѣлокъ необходимъ потому, что животныя, въ противность растеніямъ, неспособны образовывать бѣлокъ изъ болѣе простыхъ соединеній, а между тѣмъ траты бѣлковыхъ веществъ изъ тѣла происходятъ непрерывно и онѣ должны быть покрыты. Такимъ же образомъ объясняется совершенная необходимость въ пищѣ и питьѣ воды и минеральныхъ примѣсей—онѣ всегда есть въ изверженіяхъ, а покрыть ихъ потери тѣло можетъ только извнѣ.

Изъ всѣхъ пищевыхъ веществъ одинъ бѣлокъ способенъ служить всѣмъ 4 цѣлямъ питанія, т.-е. служить пластиче-

[1]) Углеводами называютъ слѣдующія вещества: крахмалъ, декстринъ, патоку, тростниковый, молочный и плодовой сахаръ.

скимъ, сокоотдѣлительнымъ, тепловымъ (горючимъ) и рабочимъ матеріаломъ. Вода и соли нужны для пластики и всѣхъ притовляемыхъ железами соковъ Углеводы и жиры имѣютъ значеніе теплового и рабочаго матеріала. Доказательства всему этому могутъ быть представлены только ниже; теперь же попробуемъ сравнить по составу приведенныя выше пищевыя смѣси съ среднимъ составомъ человѣческаго тѣла. Вотъ этотъ составъ въ процентахъ:

вода.	бѣлки.	клеевое веще-ство.	жиры.	угле-воды.	соли.
59	9	6	20	0,5	5

Если брать вышеприведенныя пищевыя смѣси для сравненія поодиночкѣ, то между ними и тѣломъ оказываются слѣдующія разницы. Ни молоко, ни яйцо не содержатъ клеевого вещества, а въ тѣлѣ животнаго его сравнительно много (изъ него выстроенъ больше чѣмъ на половину костный скелетъ и цѣликомъ изъ него мягкій скелетъ тканей); значитъ, клеевое вещество тѣла берется изъ пищи не прямо (какъ прочія составныя части), — та или другая составная часть пищи должна измѣниться, претерпѣть нѣкоторое превращеніе, и этой составной частью бываетъ всегда бѣлокъ. Другое несоотвѣтствіе заключается въ слѣдующемъ. Въ растительной пищѣ (хлѣбъ, маисъ, рисъ, картофель и пр.) очень много углеводовъ и очень мало жира, а въ животномъ тѣлѣ какъ разъ наоборотъ. Если поэтому тѣло растетъ, питаясь растительной пищей, то жиръ въ тѣлѣ долженъ образоваться или изъ бѣлковъ, или изъ углеводовъ пищи. Послѣднее и имѣетъ мѣсто.

Опредѣливъ такимъ образомъ всѣ существенныя составныя части пищи, какъ бы разнообразна она не была съ виду по составу, мы вмѣстѣ съ тѣмъ намѣтили тѣ вещества, которыя подлежатъ пищеварительнымъ измѣненіямъ въ полости пищевого канала. Въ самомъ крайнемъ случаѣ это

будутъ: вода. соли. бѣлки, жиры и углеводы. Да и изъ этого числа вода и соли должны быть исключены, какъ не требующія переререработки и всасывающіяся изъ полости пищевого канала неизмѣненными, какъ всѣ вообще примѣси къ пищѣ. способныя давать истинные растворы.

Покончивъ такимъ образомъ съ пищей. перехожу къ устройству пищеварительнаго канала

Процессу поступленія пищи и питья въ тѣло предшествуетъ, какъ извѣстно, пищеварительная переработка ихъ причемъ пищевыя вещества поступаютъ черезъ ротъ въ такъ-называемый желудочно-кишечный или пищеварительный каналъ. Передвигаясь по длинѣ его въ теченіе часовъ они въ нѣкоторыхъ. и обыкновенно расширенныхъ, мѣстахъ канала задерживаются на болѣе или менѣе долгое время и подвергаются здѣсь многообразнымъ механическимъ и химическимъ вліяніямъ, имѣющимъ, однако, одну общую цѣль —приготовить изъ пищи, въ ея первоначальной грубой формѣ, питательный экстрактъ въ жидкомъ видѣ. Соотвѣтственно этимъ цѣлямъ, пищевой каналъ приспособленъ, во-первыхъ, къ передвиганію пищи по его длинѣ и къ задержкѣ ея въ томъ или другомъ мѣстѣ, смотря по надобности; затѣмъ полость его снабжена механическими придатками для измельченія и растиранія пищи; наконецъ, въ этой полости существуютъ жидкости, способныя видоизмѣнять (переваривать) и вытягивать изъ пищи ея питательныя составныя части.

Если смотрѣть на дѣло съ этой точки зрѣнія то уже чисто внѣшнее разсматриваніе однѣхъ только формъ пищеварительнаго снаряда у различныхъ животныхъ дѣлается въ высшей степени поучительнымъ.

Возьмемъ, напр. для сравненія пищевые каналы всеяднаго человѣка, собаки—какъ плотояднаго животнаго. и теленка, какъ представителя травоядныхъ. Всѣ они въ общихъ чертахъ имѣютъ форму открытой съ обоихъ концовъ

(отверстіе рта и задній проходъ) трубки съ тремя главными расширеніями по длинѣ. Первое расширеніе есть полость рта, второе—желудокъ, третье—толстыя кишки. Часть трубки между 1-мъ и 2-мъ расширеніемъ называется пищеводомъ; здѣсь пища двигается быстрѣе, чѣмъ во всѣхъ прочихъ отдѣлахъ. Замѣтной разницы въ длинѣ пищеводовъ у человѣка и приведенныхъ животныхъ нѣтъ, если же она и существуетъ, то объ ясняется разницей въ длинѣ шеи. Но какая разница въ объемѣ желудковъ!—у теленка онъ навѣрное вдвое или даже втрое больше, чѣмъ у человѣка и собаки. Если притомъ его разрѣзать, то онъ оказывается не объ одной полости, какъ у послѣднихъ, а объ 4-хъ. Всякому, конечно, извѣстно, хотя бы по слуху, что изъ домашнихъ животныхъ коровы, овцы и козы отрыгаютъ жвачку, т.-е., что они разъ проглоченную пищу возвращаютъ въ ротъ, пережевываютъ и снова глотаютъ. Устройство телячьяго желудка и соотвѣтствуетъ этой особенности: —кромѣ отдѣла, эквивалентнаго желудку человѣка и собаки, онъ заключаетъ снаряды, имѣющіе цѣлью задерживать и размачивать пищу передъ ея возвращеніемъ въ ротъ. Еще поразительнѣе разница въ кишкахъ—длина ихъ у теленка навѣрно въ четверо больше, чѣмъ у собаки, гдѣ кишки всего короче. Этимъ и объясняются тѣ огромные размѣры живота, которыми отличаются вообще травоядныя животныя въ сравненіи съ поджарыми плотоядными. Можно смѣло сказать, что у нихъ брюшныя внутренности составляютъ болѣе трети объема всего тѣла. Такое сильное развитіе пищевого канала у жвачныхъ, очевидно, разсчитано на введеніе въ тѣло огромныхъ количествъ пищи, а необходимость послѣдняго вытекаетъ изъ того, что ихъ пища бѣдна бѣлками и очень богата неперевариваемыми веществами, представляющими безполезный для тѣла пищевой балластъ.

Стѣнки пищевого канала устроены вездѣ по слѣдующему общему типу: онѣ состоятъ изъ наружнаго слоя, имѣющаго

чисто механическое значенiе футляра, изъ средняго—двигательнаго, выстроеннаго изъ мышечныхъ волоконъ, идущихъ частью по длинѣ трубки, частью опоясывающихъ ее въ формѣ колецъ, и. наконецъ, изъ внутренняго слоя—такъ-называемой слизистой оболочки. Этотъ послѣднiй слой, по его значенiю въ пищеварительныхъ актахъ, слѣдуетъ назвать сокоотдѣлительнымъ. Вся слизистая оболочка пищевого канала густо усѣяна микроскопической величины углубленiями съ поверхности, на днѣ которыхъ помѣщены снаряды (отдѣлительныя клѣтки), предназначенные для приготовленiя жидкостей, принимающихъ непосредственное участiе въ пищеварительныхъ актахъ: изъ нихъ выдѣляется слизь, желудочный и кишечный соки. Рядомъ съ этими маленькими, разсѣянными железками, пищеварительная трубка снабжена еще цѣлымъ рядомъ внѣшнихъ железистыхъ придатковъ, которые изливаютъ свои соки въ ея полость посредствомъ болѣе или менѣе длинныхъ трубокъ, называемыхъ выводными протоками. Съ полостью рта сообщаются три пары слюнныхъ железъ: околоушная пара, подчелюстная и подъязычная; въ верхнюю часть тонкой кишки, тотчасъ подъ желудкомъ, изливаютъ свое содержимое печень и поджелудочная (панкреатическая) железа. Соки этихъ придатковъ, вмѣстѣ съ отдѣленiями разсѣянныхъ железъ. и составляютъ тѣ пищеварительныя жидкости при посредствѣ которыхъ изъ пищи въ ея первоначальной грубой формѣ приготовляются жидкiе питательные экстракты.

Послѣднiй рядъ снарядовъ, которыми вооружена пищевая трубка, это аппараты для размельченiя пищи—зубы и мышечный жевательный механизмъ. Взглянемъ на эти снаряды у человѣка, собаки и теленка,—здѣсь опять существуютъ замѣчательныя разницы: у собаки, и вообще у всѣхъ плотоядныхъ, концы зубовъ имѣютъ форму острыхъ клиньевъ; соотвѣтственно этому, они не жуютъ. а только разрываютъ пищу; у теленка такихъ зубовъ нѣтъ и помину,

у нихъ слабо развиты даже зубы въ формѣ долотъ, которыми вооружена у человѣка передняя часть рта, потому что спереди, въ верхней челюсти, зубовъ у коровы нѣтъ вовсе; но зато у травоядныхъ усиленно развитъ жевательный снарядъ съ коренными зубами, дѣйствующими какъ жернова. Что же касается до всеяднаго человѣка — у него есть и рѣзцы, и жернова, соотвѣтственно смѣшанному характеру пищи. Очень поучителенъ въ этомъ отношеніи также пищевой каналъ курицы. Во рту у нея нѣтъ зубовъ, а между тѣмъ пищу ея составляютъ сухія зерна. Здѣсь снарядъ для измельчанія пищи раздѣленъ между особымъ расширеніемъ пищевой трубки—з о б о м ъ, предшествующимъ желудку, и самымъ желудкомъ. Въ зобу проглоченныя зерна размачиваются, а въ желудкѣ, при посредствѣ сильныхъ сокращеній стѣнокъ, они растираются. Соотвѣтственно послѣдней цѣли, мышцы въ стѣнкахъ куринаго желудка развиты чрезвычайно сильно, а полость его выстлана изнутри крѣпкимъ, почти какъ хрящъ, слоемъ.

Теперь объ устройствѣ железъ, которыя сидятъ въ самой толщѣ слизистой оболочки.

Слизистую оболочку можно себѣ представлять, какъ слой кожи, выстилающій всю полость пищевой трубки. Подобно кожѣ, свободная поверхность ея сплошь покрыта тонкимъ роговымъ покровомъ, состоящимъ изъ плотно-склеенныхъ между собою пузырьковъ или клѣточекъ. Этотъ слой, называемый эпителіальнымъ, продолжается во всѣ, безъ исключенія, железистыя углубленія и на днѣ ихъ вездѣ измѣняется, но не повсюду одинаково. Въ полости чисто слизистыхъ железъ кроющій эпителій метаморфозированъ въ слои клѣтокъ, богатыхъ слизью, а на днѣ пепсиновыхъ углубленій, приготовляющихъ желудочный сокъ, эпителіальный слой разрастается въ массу клѣтокъ иного вида и съ двоякимъ характеромъ. Эти-то метаморфозированныя эпителіальныя клѣтки и составляютъ самую существенную

части сокоотдѣлительныхъ снарядовъ тѣла. Та же самая исторія повторяется, въ сущности, на слюнныхъ железахъ и на поджелудочной. Въ тѣхъ и другихъ органахъ, устроенныхъ по одному и тому же типу, эпителіальный слой переходитъ со слизистой оболочки въ выводной каналъ железы, вѣтвится съ нимъ наподобіе дерева, не измѣняя на этомъ пути своей первоначальной природы, и достигаетъ, наконецъ, слѣпыхъ пузырьчатыхъ концовъ выводного канала соотвѣтствующихъ дну вышеописанныхъ железокъ, сидящихъ въ слизистой оболочкѣ. Здѣсь, а по новѣйшимъ изслѣдованіямъ и нѣсколько раньше, эпителіальныя клѣтки, метаморфозируясь по внѣшнему виду и внутреннимъ свойствамъ опять переходятъ въ сокоотдѣлительные элементы. Самая суть дѣла остается слѣдовательно, одна и та же и для железки въ формѣ одиночнаго углубленія, и для цѣлаго конгломерата ихъ въ формѣ пузырьковъ, открывающихся множествомъ частныхъ канальцевъ въ одинъ общій выводной протокъ.

Строеніе печени, какъ желчеотдѣлительнаго органа иное. Помимо мягкаго скелета и кровеносной системы, разграничивающей ее на участки или дольки, вся остальная масса печени состоитъ изъ печеночныхъ клѣтокъ съ пронизывающей ихъ сѣтью начальныхъ желчныхъ протоковъ. Печеночныя клѣтки повсюду одинаковаго вида и соприкасаются съ начальными желчными протоками (не имѣющими самостоятельныхъ стѣнокъ) настолько непосредственно что послѣдніе можно разсматривать, какъ систему каналовъ, выдолбленныхъ въ массѣ клѣтокъ, именно тамъ гдѣ онѣ соприкасаются другъ съ другомъ.

Въ заключеніе нѣсколько словъ о двигательномъ снарядѣ пищевого канала.

Хотя онъ выстроенъ тоже изъ сократительнаго вещества, какъ сердце и мышцы костнаго скелета, управляющія движеніями туловища, рукъ и ногъ, однако, вещество это

отличается и по строенію, и по нѣкоторымъ жизненнымъ свойствамъ отъ поперечно-исчерченныхъ волоконъ перечисленныхъ мышцъ

Вмѣсто послѣднихъ, основнымъ элементомъ здѣсь является веретенообразная форма съ зерномъ внутри. Эти элементы, сплачиваясь между собою въ пластинки, располагаются обыкновенно своими продольными осями параллельно другъ другу, и такъ какъ каждый элементъ при сокращеніи укорачивается въ длину по этимъ осямъ, то черезъ это всякая пластинка получаетъ сократительность лишь въ одномъ опредѣленномъ направленіи. Если же въ стѣнки трубки вставлено два слоя мышечныхъ элементовъ— одинъ по продольной оси трубки а другой въ видѣ охватывающихъ трубку колецъ, то такая двуслойная пластинка будетъ сокращаться во всѣхъ направленіяхъ. Такія же двуслойныя пластинки, какъ въ кишкахъ, заложены и въ стѣнки кровеносныхъ сосудовъ, представляя здѣсь концы снаряда, регулирующаго емкость артерій. Сверхъ строенія, мышцы кишекъ и сосудовъ отличаются отъ поперечнорубчатыхъ еще тѣмъ, что подъ вліяніемъ нервнаго импульса и при прямомъ раздраженіи онѣ сокращаются несравненно медленнѣе но зато и продолжительнѣе ихъ. Этому соотвѣтствуетъ и самая медленность передвиженія пищи по длинѣ всей трубки. Относительно этого передвиженія нужно замѣтить еще слѣдующее: въ виду того, что пища должна проходить по каналу сверху внизъ, отъ рта къ заднему проходу, сокращенія стѣнокъ пищевой трубки происходятъ въ различныхъ отдѣлахъ ея не разомъ а распространяются въ сказанномъ направленіи преемственно. Этого рода движенія, встрѣчающіяся и въ нѣкоторыхъ другихъ мѣстахъ тѣла, называются вообще перистальтическими. Въ желудочнокишечномъ каналѣ регуляція ихъ приписывается дѣйствію нервныхъ механизмовъ, лежащихъ частью внѣ пищевой трубки, частью заключенныхъ въ ея стѣнкахъ,

Пища, попадая въ полость рта, задерживается здѣсь нѣкоторое время, чтобы быть разжеванной и смоченной слюною и слизью. Задержка ея и жеваніе обусловливается дѣятельностью очень оригинальнаго нервнаго механизма. именно рядомъ пріятныхъ вкусовыхъ ощущеній, которыя вызываются въ полости рта соприкосновеніемъ жидкой и измельченной твердой пищи съ слизистою поверхностью. Не менѣе замѣчателенъ нервный механизмъ, при посредствѣ котораго одновременно съ поступленіемъ пищи въ ротъ и ея пережевываніемъ начинаетъ сочиться въ эту полость слюна,—какъ будто какая невидимая рука вдругъ отворяетъ запертый до той поры кранъ. Дѣло здѣсь въ томъ, что пища дѣйствуетъ на концы вкусовыхъ нервовъ и возбуждаетъ ихъ; возбужденіе, какъ токъ по телеграфной проволокѣ. сообщается головному мозгу и здѣсь переходитъ на другой родъ нервовъ. посылающихъ импульсы къ рабочимъ сокоотдѣлительнымъ органамъ, слюннымъ железамъ Подъ вліяніемъ этихъ импульсовъ слюна сочится и смѣшивается съ пережевываемою въ это время пищею Слюна содержитъ въ себѣ три вещества, важныя въ пищеварительномъ отношеніи: огромное количество воды для растворенія изъ твердой пищи всего, что въ ней можетъ растворяться; слизь—для того, чтобы сдѣлать пищевой комъ передъ глотаніемъ скользкимъ, и, наконецъ, особенное вещество. называемое птіалиномъ, которое превращаетъ крахмалъ въ общеизвѣстный паточный или. какъ его обыкновенно называютъ, виноградный сахаръ. На жиръ и бѣлки слюна не дѣйствуетъ.

Въ дѣйствіи слюны на крахмалъ особенно замѣчательно слѣдующее обстоятельство: чрезвычайно маленькія количества птіалина способны превращать въ сахаръ большія количества крахмала, и даже послѣ такихъ превращеній птіалинъ не только не исчезаетъ, но сохраняетъ способность къ дальнѣйшему дѣйствію, какъ будто одного его соприкосновенія съ крахмаломъ достаточно, чтобы вызвать въ послѣд-

немъ превращеніе. Эта форма химическаго дѣйствія свойственна вообще бродиламъ, и потому птіалинъ относятъ въ эту категорію тѣлъ. Такой же способъ дѣйствія мы увидимъ и со стороны нѣкоторыхъ другихъ пищеварительныхъ соковъ, и легко понять, что это обстоятельство имѣетъ важное значеніе въ дѣлѣ экономіи силъ, тратимыхъ организмомъ на приготовленіе пищеварительныхъ соковъ—вмѣсто того, чтобы фабриковать дѣятельныя вещества фунтами, является возможность производить ихъ въ доляхъ золотника. Другое обстоятельство, достойное вниманія, заключается въ томъ, что прибавленіе къ смѣси крахмала со слюной небольшихъ количествъ кислоты не мѣшаетъ сахарному превращенію. Это важно знать потому, что въ полости рта пища остается слишкомъ мало времени, чтобы вся масса крахмала превратилась въ сахаръ, и процессъ долженъ продолжаться въ желудкѣ, а здѣсь соки имѣютъ кислую реакцію.

Когда пережеванная пища смочена слюною и слизью, пищеварительныя явленія въ области рта окончены (бѣлки и жиры, какъ сказано, не претерпѣваютъ здѣсь никакихъ измѣненій), и воля приводитъ въ движеніе очень сложный нервно-мышечный снарядъ, производящій глотательныя движенія. Послѣдовательною игрою различныхъ отдѣловъ этого перистальтически дѣйствующаго аппарата достигается, съ одной стороны, передвиженіе пищи внизъ по пищеводу, съ другой, предупреждается попаданіе ея черезъ заднія носовыя отверстія въ полость носа и черезъ отверстіе гортани въ дыхательное горло. Въ дѣйствіи глотательнаго снаряда особенно поразительна слѣдующая сторона: будучи выстроенъ въ верхнемъ отдѣлѣ изъ мышцъ, повинующихся, какъ говоритъ самосознаніе, волѣ, онъ могъ бы, повидимому, дѣйствовать подъ однимъ вліяніемъ ея импульсовъ неопредѣленно долгое время, какъ дѣйствуютъ, напр., мышцы руки или ноги; а между тѣмъ опытъ показываетъ, что для дѣятельности глотательнаго снаряда необходимъ, такъ сказать,

глотательный объектъ. Попробуйте, въ самомъ дѣлѣ, глотать, когда во рту ничего нѣтъ, нѣсколько разъ сряду—пока есть слюна, глотательныя движенія удаются, но затѣмъ, при всевозможныхъ усиліяхъ со стороны воли, они становятся невозможны. Дѣло въ томъ, что не только здѣсь но и въ ногахъ не одна воля управляетъ гармоніею движеній, а еще и чувство:—отнимите у человѣка ту сумму ощущеній, которыя онъ получаетъ изъ ноги при ходьбѣ, и послѣдняя, какъ гармонически-сочетанное движеніе мышечныхъ группъ, становится невозможной.

Движеніе глотанія кончается у входного отверстія желудка и поступающая въ него твердая пища задерживается здѣсь уже на часы. Механизмъ задержки пищи въ желудкѣ уже болѣе реальный чѣмъ въ полости рта—выходное отверстіе желудка въ кишки окружено сильнымъ мышечнымъ кольцомъ, которое, какъ только поступаетъ пища, спазмотически сжимается. Импульсомъ къ сжатію служитъ, вѣроятно, соприкосновеніе первыхъ порцій пищи съ слизистою оболочкою желудка; но несомнѣнно, что соприкосновеніе это служитъ сигналомъ къ отдѣленію желудочнаго сока, высачивающагося изъ стѣнокъ желудка. Доказать это очень легко. Живому животному (обыкновенно собакѣ) прорѣзывается подъ ложечкой, по срединной линіи тѣла, брюшная стѣнка; черезъ рану отыскивается желудокъ, притягивается къ ранѣ и часть его поверхности, величиною въ полтинникъ, вшивается въ окружность брюшной раны; черезъ нѣсколько дней стѣнка желудка сростается съ стѣнкой брюха, и тогда часть желудка, вшитая въ рану, прорѣзывается и въ отверстіе вставляется трубочка, могущая закрываться пробкой;—образуется такъ называемая желудочная фистула, нисколько не мѣшающая жизни животнаго, но во всякое время допускающая входъ въ полость желудка извнѣ. Выбираютъ моментъ, когда желудокъ пустъ, и вводятъ въ него чрезъ фистулу приводы электрическаго снаряда, или просто

перо съ бородкой на концѣ, и раздражаютъ слизистую оболочку простымъ щекотаніемъ или электрическимъ токомъ— въ обоихъ случаяхъ она тотчасъ же краснѣетъ и начинаетъ сочить изъ себя жидкость

Этой операціей можно, слѣдовательно, пользоваться не только ради доказательства того, что слизистая оболочка желудка возбуждается къ выдѣленію сока непосредственнымъ ея раздраженіемъ (процессъ этотъ, въ сущности, тотъ же, что и выдѣленіе слюны подъ вліяніемъ раздраженія слизистой оболочки рта), но и какъ способомъ добывать желудочный сокъ съ цѣлью изученія его пищеварительныхъ свойствъ. Такъ, въ самомъ дѣлѣ и поступаютъ.

Желудочный сокъ представляетъ слегка мутноватую жидкость желтоватаго цвѣта, очень бѣдную твердымъ остаткомъ (столько же бѣдную какъ слюна) и ясно кислую на вкусъ Послѣднимъ свойствомъ она обязана присутствію въ ней свободной соляной кислоты, первой составной части желудочнаго сока, важной въ физіологическомъ отношеніи. Другая составная часть его есть бродило называемое пепсиномъ. То и другое вещество дѣйствуютъ разомъ, притомъ только на бѣлковыя тѣла. Если послѣднія поступаютъ въ желудокъ въ жидкомъ видѣ (напр., молоко), то сначала они свертываются, затѣмъ свертки подъ вліяніемъ кислоты разбухаютъ, а пепсинъ растворяетъ ихъ окончательно; то же дѣлается и съ бѣлками, поступающими въ желудокъ въ свернутомъ состояніи.

Если имѣть въ виду дѣйствіе желудочнаго сока на бѣлки, вводимые въ желудокъ въ твердомъ видѣ (а это большинство случаевъ!), то полезность окончательнаго результата желудочнаго пищеваренія—превращеніе такихъ бѣлковъ въ жидкую форму—очевидна; но что же выигрываютъ отъ него бѣлки, которые уже вводятся въ желудокъ въ жидкой формѣ? Дѣло въ томъ, что жидкіе бѣлки въ ихъ естественномъ состояніи (напр., въ куриномъ яйцѣ въ молокѣ и пр.) не пред-

ставляютъ всѣхъ свойствъ истинныхъ водныхъ растворовъ; тогда какъ, измѣнившись подъ вліяніемъ желудочнаго сока и превратившись въ такъ назыв. пептоны, они получаютъ именно эти недостающія свойства. Желудочный сокъ дѣлаетъ бѣлки, такъ сказать, болѣе растворимыми въ водѣ, но при этомъ онъ почти нисколько не измѣняетъ химической природы ихъ; отъ бѣлковъ, какъ показываетъ химическій анализъ, не отщепляется во время желудочнаго пищеваренія ни единаго атома вещества. Важность послѣдняго обстоятельства становится очевидной если припомнимъ, что жидкіе бѣлки крови потери которыхъ должны прежде всего вознаграждаться бѣлками пищи, представляютъ свойства естественныхъ жидкихъ бѣлковъ; стало быть, всякое рѣзкое измѣненіе состава послѣднихъ въ полости пищевой трубки было бы не только излишне, но даже вредно, такъ какъ въ этомъ случаѣ нужны были бы новые процессы для возвращенія бѣлковъ къ ихъ первоначальному составу

Дѣйствіе желудочнаго сока на бѣлки изучается обыкновенно внѣ животнаго тѣла, при посредствѣ искусственно-приготовленнаго желудочнаго сока. Оттого и самые опыты носятъ названіе опытовъ искусственнаго пищеваренія.

Пепсинъ и кислота приготовляются, какъ я уже имѣлъ случай говорить, въ пепсиновыхъ железахъ, лежащихъ въ толщѣ слизистой оболочки желудка. Въ нихъ пепсинъ приготовляется постоянно и его накопляется въ железахъ тѣмъ больше, чѣмъ болѣе времени протекло съ послѣдняго пищеваренія. Этимъ обстоятельствомъ и пользуются для приготовленія искусственнаго желудочнаго сока. Берутъ желудокъ отъ убитаго животнаго [1]), взрѣзываютъ, ополаскиваютъ изнутри струей холодной воды и соскабливаютъ тупымъ ножемъ его слизистую оболочку. Соскобленное обливаютъ под-

[1]) Берутъ обыкновенно рыночные желудки свиньи или телячьи сычуги.

кисленной соляною кислотою водой (2 ч. кислоты на 1.000 воды), ставятъ на нѣсколько часовъ въ теплое мѣсто (при температурѣ не свыше 40° Ц.), процѣживаютъ и получаютъ искусственный желудочный сокъ. Затѣмъ опыты переваривания мяса, хлѣба, свернутаго яичнаго бѣлка, творога и пр. требуютъ только измельченія вещества, смѣшенія его съ подкисленной водой и небольшимъ количествомъ сока и держанія смѣси при температурѣ между 35—40° Ц. въ теченіе нѣсколькихъ часовъ. Раствореніе начинается обыкновенно уже въ первыя минуты; но слѣдить за нимъ удобно только на мелко изрубленномъ мясѣ, да на клочьяхъ фибрина [1]), особенно если послѣдніе окрашены карминомъ. Раствореніе фибрина выражается тогда окрашеніемъ жидкости въ красный цвѣтъ, интенсивность котораго увеличивается по мѣрѣ перехода твердаго вещества въ растворъ. На раствореніи бѣлка дѣло, однако, не останавливается—это лишь первая стадія его измѣненій, свойственная дѣйствію одной только кислоты (превращеніе бѣлка въ такъ называемый ацид-альбуминъ); затѣмъ бѣлокъ теряетъ мало-по-малу почти всѣ діагностическіе признаки его въ натуральномъ состояніи и превращается послѣдовательно въ альбумозу и пептонъ—тѣло, которое съ химической стороны относится къ натуральному жидкому бѣлку, по всей вѣроятности, какъ гидратъ къ ангидриду [2]); а съ физической отличается отъ него несравненно болѣе легкой фильтруемостью и способностью къ гидродиффузіи (см. ниже процессъ всасыванія пищи изъ полости пищевой трубки),

Изъ желудка пища поступаетъ въ тонкія кишки и тотчасъ же подвергается дѣйствію желчи и поджелудочнаго сока Сначала я буду говорить о послѣднемъ.

---

[1]) Часть бѣлковъ кровяной плазмы, выпадающая въ видѣ клочьевъ изъ крови при ея свертываніи.

[2]) Это значитъ, что во время пищеварительнаго процесса къ частицѣ бѣлка присоединяется частица воды.

О существованіи поджелудочной железы въ публикѣ знаютъ вообще очень мало, а между тѣмъ сокъ ея оказывается важнѣе всѣхъ другихъ въ пищеварительномъ отношеніи. Онъ дѣйствуетъ одновременно, но, конечно, различными составными частями на всѣ элементы пищи, т. е. на бѣлки жиры и крахмалъ. Добывать этотъ сокъ можно двоякимъ образомъ—вставляя черезъ рану брюшной стѣнки трубочку въ выводной протокъ железы, или дѣлая настои послѣдней, подобно приготовленію искусственнаго желудочнаго сока изъ слизистой оболочки желудка.

На крахмалъ панкреатическій сокъ дѣйствуетъ совершенно какъ слюна, только энергичнѣе, слѣдовательно, говорить объ этомъ нечего; но дѣйствіе его на бѣлки значительно отличается отъ дѣйствія пепсина. Послѣдній растворяетъ ихъ только въ кислой средѣ, тогда какъ панкреатическій дѣйствуетъ на бѣлки и въ щелочныхъ, и въ нейтральныхъ, и даже въ слабо-подкисленныхъ растворахъ. Притомъ дѣйствіе его гораздо энергичнѣе: какъ бы долго ни находились бѣлки подъ вліяніемъ пепсина, дѣйствіе его останавливается на произведеніи пептоновъ, не осаждающихся отъ жара, алькоголя, минеральныхъ кислотъ и пр.; панкреатическій же сокъ, оставаясь долго въ соприкосновеніи съ бѣлками, положительно расщепляетъ ихъ. Кромѣ того, если опыты съ дѣйствіемъ панкреатическаго сока на бѣлки длятся долго и дѣлаются безъ всякихъ предосторожностей противъ гніенія (безъ прибавленія противогнилостныхъ веществъ), то смѣси загниваютъ превращаясь въ вонючую липкую смолистую массу, которая въ смѣси съ измѣнившейся желчью образуетъ значительную долю испражненій плотоядныхъ животныхъ

На жиры панкреатическій сокъ дѣйствуетъ двоякимъ образомъ: чисто-механически—превращая ихъ въ эмульсію и химически—расщепляя жиры на жирныя кислоты и глицеринъ. Первымъ дѣйствіемъ сокъ обязанъ своей тягучести

вслѣдствіе присутствія въ немъ бѣлковъ, и щелочной реакціи. Если взять, въ самомъ дѣлѣ, какое-нибудь масло, смѣшать его съ жидкимъ яичнымъ бѣлкомъ или съ растворомъ аравійской камеди и сильно взбалтывать смѣсь, то получится бѣлая, непрозрачная, похожая на молоко жидкость; это и есть эмульсія. Если разсматривать подъ микроскопомъ каплю такой смѣси, то оказывается, что она состоитъ изъ прозрачной жидкости, образующей какъ бы фонъ взвѣшенныхъ въ ней маленькихъ жирныхъ капелекъ. Ту же картину даетъ и настоящее молоко. Итакъ, эмульсія есть не что иное, какъ мелкое раздробленіе жира, при посредствѣ несмѣшивающейся съ нимъ тягучей жидкости. У живого животнаго присутствіе въ кишкахъ жирной эмульсіи доказать легко: послѣ жирной пищи всѣ лимфатическіе сосуды тонкихъ кишекъ оказываются наполненными какъ бы молокомъ, оттого ихъ и называютъ обыкновенно млечными сосудами.

Чтобы доказать упомянутое выше разлагающее дѣйствіе панкреатическаго сока на жиры, необходимы сложные химическіе пріемы, но доказать, что въ смѣси панкреатическаго сока съ жирами образуются свободныя кислоты, очень легко, при посредствѣ лакмусовой настойки, обычнаго указателя присутствія свободныхъ кислотъ (при ихъ образованіи измѣняется ея цвѣтъ).

Такъ дѣйствуетъ панкреатическій сокъ, если дѣлать съ нимъ опыты искусственнаго пищеваренія внѣ тѣла, и такъ же дѣйствуетъ онъ въ тѣлѣ на крахмалы, бѣлки, не успѣвшіе превратиться въ желудкѣ въ пептоны, и, наконецъ, на жиры. Но въ дѣйствіе его на жиры замѣшивается участіе желчи.

При взглядѣ на величину печени, особенно въ сравненіи съ прочими пищеварительными железами, невольно можно подумать, что она должна играть очень важную роль въ пищевареніи; а на дѣлѣ выходитъ не такъ. Живому животному

можно отвести желчь наружу [1]), такъ что пищевареніе будетъ совершаться безъ ея участія, а между тѣмъ животное можно сохранить живымъ цѣлые годы. При этомъ замѣчается, однако, слѣдующее обстоятельство: животное становится страшно прожорливымъ, и если оставить эту потребность безъ удовлетворенія, не кормить его вдвое сильнѣе противъ нормы, то оно быстро худѣетъ и умираетъ отъ истощенія. Кромѣ того, при употребленіи такимъ животнымъ жирной пищи, его кишечныя испражненія всегда оказываются богатыми жиромъ, что указываетъ, во всякомъ случаѣ на затрудненное поступленіе жира въ тѣло. Въ виду этихъ фактовъ становится очевиднымъ, что желчь, не будучи совершенно необходимой для пищеварительныхъ процессовъ, помогаетъ имъ, однако, въ значительной степени. Мы и займемся теперь разъясненіемъ этого вопроса.

Если желчь, добываемую очень легко изъ желчныхъ пузырей на свѣжихъ трупахъ, смѣшивать поочередно съ крахмаломъ, бѣлковыми тѣлами и жирами при температурѣ животнаго тѣла, то она не оказываетъ на нихъ ни малѣйшаго дѣйствія [2])—этимъ объясняется до извѣстной степени первая половина только-что сдѣланнаго вывода. Если же изучать дѣйствіе желчи въ связи съ другими пищеварительными соками, какъ дѣло происходитъ въ дѣйствительности, то получается съ виду нѣчто другое. Нужно замѣтить, что наибольшую по массѣ (конечно, за исключеніемъ воды) со-

---

[1]) Эта операція заключается въ томъ, что прорѣзываютъ стѣнку брюха, черезъ рану перевязываютъ желчный протокъ около мѣста его впаденія въ кишку, затѣмъ въ отверстіе брюшной раны вшиваютъ желчный пузырь и прорѣзываютъ его стѣнки. Тогда желчь хотя и не вливается въ кишки, но и не застаивается въ тѣлѣ, вытекая черезъ фистулу желчнаго пузыря наружу.

[2]) Желчи приписываютъ, впрочемъ, очень слабое діастатическое дѣйствіе на крахмалъ.

ставную часть желчи представляютъ двѣ соли—соединенія содовой щелочи съ двумя совершенно особенными желчными кислотами, и что послѣднія, отъ дѣйствія на желчь какихъ-нибудь болѣе сильныхъ кислотъ, тотчасъ же выпадаютъ въ формѣ нерастворимаго осадка. Это и случается каждый разъ, когда кислая желудочная смѣсь, содержащая соляную кислоту, встрѣчается въ верхней части кишекъ съ желчью. При этомъ выпадающими кислотами механически увлекается пепсинъ и желудочное пищевареніе такимъ образомъ останавливается (послѣднее бываетъ также въ болѣзненныхъ случаяхъ, когда желчь попадаетъ въ желудокъ—пищевареніе въ послѣднемъ тотчасъ же прекращается и является рвота). Не будь подъ рукой панкреатическаго сока съ его трипсиномъ [1]), такое дѣйствіе желчи было бы вредоносно, но, благодаря трипсину, бѣлковое пищевареніе идетъ далѣе: слѣдовательно, въ отношеніи бѣлковъ можно сказать, что нормально желчь не препятствуетъ ихъ перевариванію. Превращеніямъ же жировъ она оказываетъ двоякую услугу, именно помогаетъ панкреатическому соку эмульгировать жиръ тѣмъ, что участвуетъ въ образованіи мылъ. Всѣмъ, конечно, извѣстно, что мыло, употребляемое въ домашнемъ обиходѣ, дѣлается изъ жировъ при помощи щелочей (нужно еще нѣкоторое количество воды); послѣднія, разлагая жиры и соединяясь съ ихъ кислотами, даютъ мыло, а въ остаткѣ получается глицеринъ. Изъ того же, что было сказано о дѣйствіи панкреатическаго сока, мы знаемъ, что и онъ разлагаетъ жиры, но не своей щелочью, которая не свободна, а дѣйствіемъ какого-то неопредѣленнаго до сихъ поръ фермента. При этомъ кислоты жира, дѣлаясь свободными, встрѣчаются съ углекислой щелочью панкреатическаго сока и съ солями желчныхъ кислотъ, отъ которыхъ отнимаютъ ще-

---

[1]) **Такъ называется ферментъ панкреатическаго сока, дѣйствующій на бѣлки.**

лочное основанiе и образуютъ содовое мыло. Важность этой услуги двоякая: образовавшееся мыло способствуетъ эмульгированiю неразложившагося жира: а омыленiемъ послѣдняго соотвѣтственная часть жира переводится въ вещества растворимыя въ водѣ (т.-е. мыло и глицеринъ), чѣмъ облегчается всасыванiе этой части изъ полости кишекъ

Но на этомъ услуги желчи не останавливаются Она способствуетъ механическимъ условiямъ перехода жира изъ кишекъ въ млечныя сосуды, возбуждая движенiе въ ворсинкахъ. Кромѣ того, ей приписывали прежде противогнилостное дѣйствiе, но это едва ли основательно

Послѣднiй сокъ, съ которымъ пищѣ приходится встрѣчаться въ кишкахъ, есть продуктъ отдѣленiя либеркюновыхъ железъ, называемый кишечнымъ сокомъ. Знакомство съ нимъ въ чистомъ видѣ началось лишь съ недавняго времени, благодаря новому и очень остроумному способу полученiя его отъ живого животнаго [1]). Къ сожалѣнiю, я не могу сообщить ничего интереснаго о дѣйствiи этого сока: онъ способенъ только превращать крахмалъ въ сахаръ, да еще тростниковый сахаръ превращать въ виноградный Это и все, на чемъ можно было бы построить мысль объ его

[1]) Вотъ этотъ способъ: животному прорѣзывается брюшная стѣнка по срединной линiи живота и изъ раны вытягивается кишечная петля четверти въ 2 длиною; изъ нея вырѣзывается кусокъ длиною въ четверть съ небольшимъ, такимъ образомъ, чтобы онъ оставался въ связи черезъ брыжейку съ кровеносной системой; края кишекъ, оставшiеся послѣ вырѣзки, сшиваются другъ съ другомъ и черезъ это цѣлость пути по длинѣ кишекъ возстановляется; въ вырѣзанномъ же кускѣ трубки одинъ конецъ наглухо зашиваютъ, а другой вшиваютъ въ отверстiе брюшной раны. Когда все заживетъ, черезъ послѣднюю получается доступъ въ слѣпой мѣшокъ, образованный изъ вырѣзанной кишечной петли и сочащiй изъ своихъ стѣнокъ чистый кишечный сокъ.

физіологической дѣятельности, — основаніе, очевидно, не широкое

Смѣшавшись съ желчью и панкреатическимъ сокомъ въ верхней части кишекъ пища двигается вмѣстѣ съ ними книзу, измѣняется подъ ихъ вліяніемъ и мало-по-малу теряетъ на своемъ пути переваренныя части пищи. Чѣмъ больше она приближается къ выходному отверстію пищевой трубки, тѣмъ гуще и гуще становится кишечное содержимое, вслѣдствіе исчезанія изъ него жидкихъ питательныхъ экстрактовъ.

Въ толстыхъ кишкахъ оно уже имѣетъ обычный видъ кишечныхъ испражненій и состоитъ изъ смѣси непереваренныхъ остатковъ пищи съ измѣнившимися, въ большей или меньшей степени, пищеварительными соками. Здѣсь, въ этой смѣси, начинается обыкновенно кислое броженіе и въ прямую кишку поступаютъ уже кислые экскременты. Запахъ ихъ обусловливается разложеніями бѣлковъ подъ вліяніемъ панкреатическаго сока, а цвѣтъ зависитъ отъ желчнаго пигмента. Выбрасываніемъ экскрементовъ наружу рядъ пищеварительныхъ процессовъ оканчивается.

Итакъ, сумма измѣненій претерпѣваемыхъ составными частями пищи въ полости кишечнаго канала можетъ быть формулирована такъ: *вещества пищи, растворимыя въ водѣ, не измѣняются; тѣ же которыя не растворимы, получаютъ* (за исключеніемъ части жира превращающагося въ эмульсію) *эту способность подъ вліяніемъ пищеварительныхъ соковъ, не претерпѣвая, однако, при этомъ существенныхъ перемѣнъ въ своихъ основныхъ химическихъ свойствахъ.* Предѣломъ измѣненій крахмала, и бѣлка служитъ превращеніе ихъ въ гидраты.

Въ самомъ дѣлѣ, переходъ крахмала въ сахаръ совершается присоединеніемъ къ нему частицы воды (гидратаціей); распаденіе жира на свободную кислоту и глицеринъ требуетъ

того же, а превращеніе натуральнаго бѣлка въ пептонъ считается гидратаціей, на томъ основаніи, что онъ претерпѣваетъ это измѣненіе (въ очень небольшихъ количествахъ) уже при простомъ продолжительномъ кипяченіи въ водѣ. Послѣ этого уже нисколько неудивительно, что гніеніе бѣлковъ на воздухѣ сопровождается въ началѣ процесса образованіемъ пептоновъ.

Въ заключеніе мнѣ остается еще описать регуляцію акта поступленія пищевыхъ веществъ въ тѣло. Если хоть нѣсколько вдуматься въ общее значеніе этого процесса и его результаты, если принять сверхъ того во вниманіе, что источники пищи стоятъ внѣ тѣла животнаго, то, въ виду благоустройства животной машины, въ необходимости такой регуляціи нельзя сомнѣваться ни минуты. Тѣло взрослаго человѣка и животнаго въ теченіе годовъ остается приблизительно неизмѣннымъ и по вѣсу, и по составу; а между тѣмъ суточныя количества вводимой пищи, будучи крайне разнообразными по составу, никѣмъ заранѣе не мѣряются и могли бы развѣ опредѣляться емкостью желудка. Съ другой стороны, животное не прикрѣплено къ почвѣ, какъ растеніе; послѣднее гдѣ стоитъ, тамъ и находитъ пищу, тогда какъ у животнаго она разсѣяна въ пространствѣ. Черезъ это акты принятія пищи становятся періодическими и является потребность регулированія ихъ во времени. Наконецъ, въ виду того обстоятельства—и это относится особенно къ травояднымъ животнымъ,—что многіе натуральные пищевые объекты содержатъ въ себѣ, рядомъ съ питательными составными частями, вещества положительно вредныя для жизни, тѣлу необходимы гарантіи и противъ такихъ случаевъ—это регуляція качественная. Всѣ эти цѣли достигаются вооруженіемъ животнаго инстинктами: чувства голода и жажды регулируютъ пищевой приходъ во времени, чувство насыщенія (и утоленія жажды) есть количественный регуляторъ; наконецъ, вкусъ и обоняніе считаются у животныхъ каче-

ственными регуляторами Устройство всѣхъ этихъ аппаратовъ. въ особенности послѣдняго, чрезвычайно трудно для объясненія, если дѣло коснется деталей, хотя въ наукѣ и существовало множество опытныхъ попытокъ къ рѣшенію вопроса о механизмѣ голода, жажды и чувства насыщенія [1]; но въ общихъ чертахъ не подлежитъ сомнѣнію, что условія всѣхъ названныхъ ощущеній родятся въ периферическихъ частяхъ тѣла что эти условія служатъ источникомъ возбужденія для нервовъ, которое передается головному мозгу.

---

[1]) Объясненіе ихъ остановилось на слѣдующей мысли, высказанной Молешоттомъ: подобно тому, какъ ощущеніе свѣта есть специфическій продуктъ дѣятельности зрительнаго аппарата, состоящаго изъ зрительнаго нерва съ его сѣтчаткой на периферіи и съ центрами на противоположномъ концѣ, ощущенія голода, жажды и насыщенія суть специфическіе продукты дѣятельности аппарата, состоящаго изъ волоконъ бродящаго нерва, разсыпающихся въ пищевой трубкѣ, съ ихъ периферическими окончаніями здѣсь и центрами въ головномъ мозгу.

Процессъ всасыванія пищи изъ полости пищевой трубки.

Перехожу къ процессу поступленія переваренной пищи изъ полости пищевой трубки въ кровь.

Такъ какъ всѣ фазы этого процесса скрыты отъ непосредственнаго наблюденія, то прежде всего нужно еще убѣдиться въ его существованіи вообще и уже потомъ говорить о деталяхъ, т. е. о путяхъ, которыми идетъ питательный сокъ, и о силахъ, которыя его двигаютъ вонъ изъ пищевой трубки.

Сначала я докажу вообще, что часть пищи куда-то исчезаетъ изъ пищеварительной полости. Убѣдиться въ этомъ чрезвычайно легко, если взять на себя трудъ взвѣшивать въ теченіе нѣсколькихъ дней все количество принимаемой пищи и питья и рядомъ съ этимъ взвѣшивать, въ теченіе того же времени, кишечныя испражненія. Чѣмъ періодъ наблюденія дольше, тѣмъ лучше. При сравненіи обѣихъ вѣсовыхъ величинъ, значительный перевѣсъ (фунтами на каждый день) всегда остается на сторонѣ пищевого прихода, не смотря на то, что кишечныя испражненія содержатъ не одни только непереваренные остатки пищи, но еще и нѣкоторое количество пищеварительныхъ соковъ. При очевидной невозможности этому избытку прихода оставаться въ полости пищевой трубки (иначе она наполнилась бы до верху пищевымъ содержимымъ много-много въ 10—20 дней) опыты наши доказываютъ, что онъ изъ нея куда-то исчезаетъ.

Для дальнѣйшаго разъясненія дѣла сдѣлаемъ теперь новый опытъ надъ живымъ животнымъ: вскроемъ ему брюшную полость, перевяжемъ кишку около выходного отверстія желудка, чтобы жидкость не могла выходить изъ послѣдняго, зашьемъ брюшную рану, введемъ посредствомъ эластической трубки въ желудокъ измѣренное количество какого-нибудь воднаго раствора и оставимъ животное въ покоѣ на нѣсколько часовъ. Если затѣмъ убить животное и вскрыть осторожно желудокъ, жидкости въ немъ не оказывается. Куда же она могла дѣваться, когда выходное отверстіе желудка перевязано, а въ стѣнкахъ его нѣтъ видимыхъ отверстій? Подробный отвѣтъ на это читатель найдетъ ниже, теперь же я сообщу форму опыта, которою доказывается что изъ перевязаннаго желудка жидкіе растворы попадаютъ въ концѣ-концовъ въ кровь. Для этого животному вводится въ перевязанный желудокъ вмѣсто индифферентной жидкости растворъ какого-нибудь сильно дѣйствующаго яда — и животное умираетъ съ признаками отравленія.

Такіе же опыты можно дѣлать и съ кишками, заключая водные растворы между двумя перевязками кишки, чтобы жидкость не могла вылиться, и результаты получаются тѣ же самые. Очевидно, жидкости выносятся изъ полости желудка и кишекъ или кровью, или лимфой иначе отравленіе было бы невозможно.

Какимъ же образомъ устроены пути изъ желудка и кишекъ въ кровь и лимфу?

Объ нихъ рѣчь, можетъ быть, разумѣется только въ отношеніи этихъ двухъ отдѣловъ пищевого канала, такъ какъ во рту и въ пищеводѣ пища остается слишкомъ мало времени, чтобы ей всосаться.

Отвѣта на вопросъ было бы всего естественнѣе искать въ существованіи открытыхъ ходовъ изъ полости желудка и кишекъ въ полость кровяныхъ или лимфатическихъ со-

судовъ Но такихъ отверстій ни въ стѣнкахъ желудка, ни въ стѣнкахъ кишекъ и кровеносныхъ сосудовъ нѣтъ; слѣдовательно, переваренным веществамъ приходится проходить сквозь сплошныя перегородки между полостью пищевой трубки и полостями кровеносныхъ и лимфатическихъ сосудовъ. Устройство этихъ перегородокъ не вездѣ одинаково.

Если бы можно было исключить изъ всасывающей поверхности желудка и толстыхъ кишекъ всѣ слизистыя и пепсинныя железы, оставивъ за нею лишь свободные промежутки между железами, то всасывающая поверхность обоихъ этихъ отдѣловъ оказалась бы устроенной одинаково и наиболѣе просто. Перегородка состояла бы изъ сплошного эпителіальнаго покрова, пройдя который, жидкость вступала бы въ слой аденоидной ткани съ лежащими въ ея петляхъ лимфоидными элементами и пронизывающей ее сѣтью кровеносныхъ сосудовъ и лимфатическихъ ходовъ. Перегородка между содержимымъ желудка или толстой кишки и кровью или лимфой представляла бы здѣсь слой въ доли миллиметра.

Всасывающая же поверхность тонкихъ кишекъ устроена иначе.

Она не гладкая, какъ въ желудкѣ и толстыхъ кишкахъ, а бархатистая, вслѣдствіе безчисленнаго множества выступающихъ изъ нея волосковъ, называемыхъ **ворсинками** (рис. 10). Каждый такой волосокъ всасываетъ всею своею поверхностью, поэтому всасывающая поверхность тонкихъ кишекъ громадна и справедливо считается главнымъ мѣстомъ всасыванія переваренныхъ веществъ. Послѣднему соотвѣтствуетъ значительное богатство ворсинокъ кровеносными сосудами. Устроены онѣ, какъ слизистая оболочка, изъ которой выступаютъ: основу, или строму, ихъ составляетъ губчатая масса пластинокъ и волоконъ соединительной ткани съ лимфоидными клѣтками въ свободныхъ про-

межуткахъ и системой трещинъ или лимфатическихъ ходовъ; словомъ, ткань ворсинки та же, что въ лимфатической железѣ. Рядомъ съ этимъ, ворсинки представляютъ и особенности, заключающіяся въ слѣдующемъ. По продольной оси каждой изъ нихъ проходитъ центральный каналъ, образующійся изъ слiянія начальныхъ лимфатическихъ ходовъ и переходящій въ настоящіе лимфатическіе сосуды кишекъ.

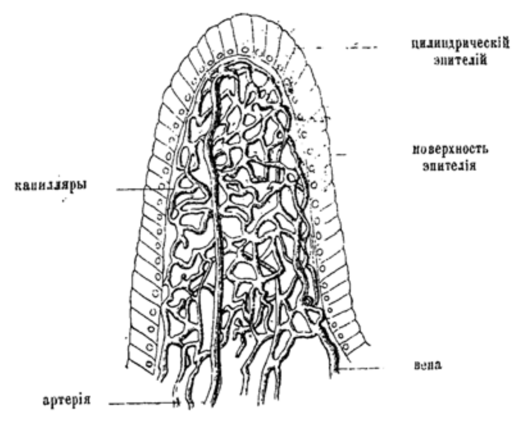


Рис. 10. Кровеносные сосуды кишечной ворсинки.

Вторую особенность составляютъ гладкія мышечныя волокна въ ткани ворсинки, благодаря которымъ она можетъ сокращаться, т.-е. уменьшаться въ размѣрахъ. Третью же особенность составляетъ эпителіальный покровъ ворсинокъ.

Прежде думали, что крышка эпителіальныхъ клѣтокъ, обращенная въ полость кишки, представляетъ сплошной утолщенный слой, и видѣли въ ея продольной исчерченности

выраженіе пронизывающихъ толщу крышки каналовъ (см. рис. 11 *a*). Но теперь принимаютъ, что крышки совсѣмъ нѣтъ, такъ что протоплазма клѣтокъ свободно открыта въ

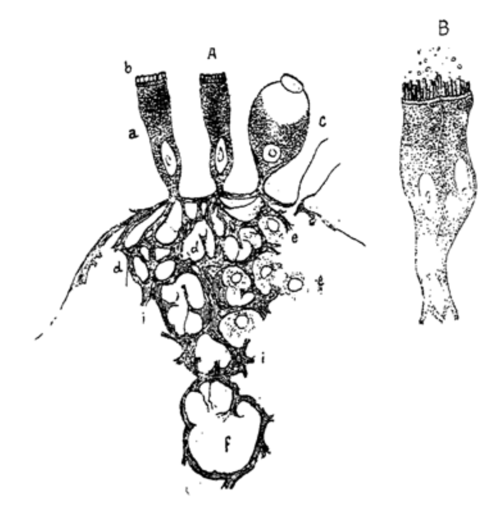


Рис. 11.

A—строеніе ворсинки; *a*—эпителіальная клѣтка съ продольно-исчерченной утолщенной каймой *b*; *c*—бокаловидная клѣтка, не участвующая во всасываніи; *ii*—строма ворсинки; *d*—пустыя пространства въ ней; *e*—лимфоидныя клѣтки; *f*—центральный каналъ. *B*—эпителіальныя клѣтки съ вытянутыми отростками, захватывающими капли жира.

полость кишки. Утолщенную же кайму считаютъ выдающимся надъ протоплазмой продолженіемъ боковой стѣнки клѣтки, подобно, наприм., свободному краю стакана, но

вполнѣ наполненнаго жидкостью. Протоплазмѣ каждой клѣтки приписывается сверхъ того способность производить амёбообразныя движенія, именно выпускать въ полость кишки и втягивать обратно большое количество нитевидныхъ отростковъ (см. рис 11 *b*). Наконецъ, принимаютъ, что съ противоположнаго конца протоплазма клѣтокъ связана съ протоплазматическими образованіями въ стромѣ ворсинки (связь эта остается пока невыясненной), которымъ, въ свою очередь, приписываются амёбообразныя движенія Такимъ образомъ, путь изъ полости тонкой кишки въ начала ея лимфатической системы считаютъ идущимъ сплошь через сократительную протоплазму ворсинки. Но и путь въ ея кровеносную систему долженъ, очевидно, идти черезъ протоплазму эпителіальныхъ клѣтокъ. Устройство всасывательной поверхности тонкихъ кишекъ усложняется, наконецъ, цѣлымъ сонмомъ железокъ (Либеркюновскихъ), сидящихъ въ промежуткахъ между ворсинками.

Еще сложнѣе самый процессъ всасыванія ими переваренныхъ веществъ, т.-е пептоновъ (альбумозъ). сахара и эмульгированнаго жира.

Послѣдній (точнѣе, капельки эмульгированнаго жира) глотается протоплазмой эпителія: капельки жира пристаютъ къ ея нитевиднымъ отросткамъ и вмѣстѣ съ ними втягиваются въ тѣло клѣтки. Въ періодъ пищеваренія микроскопъ прямо констатируетъ наполненіе эпителіальныхъ клѣтокъ каплями жира. Отсюда онѣ поступаютъ черезъ центральный каналъ ворсинокъ въ лимфатическіе сосуды кишекъ. Это опять доказывается прямыми наблюденіями: во время пищеваренія лимфатическіе сосуды тонкихъ кишекъ кажутся на взглядъ наполненными молокомъ (оттого и называются млечными сосудами). Значитъ, проглоченныя капельки жира передвигаются по протоплазмѣ клѣтокъ, затѣмъ стромы и выбрасываются послѣднею въ лимфатическія трещины. Для этого процесса объясненій нѣтъ, кромѣ

аналогій кишечной протоплазмы съ живыми существами— амёбами.

Жиръ всасывается исключительно ворсинками кишекъ и поступаетъ исключительно въ лимфатическую систему (изъ нея черезъ грудной протокъ въ кровь).

Пептоны тоже должны проникать въ протоплазму эпителіальныхъ клѣтокъ (это доказано прямыми опытами на вырѣзанныхъ петляхъ тонкихъ кишекъ) и идутъ не въ лимфатическую, а въ кровеносную систему ворсинки. Но прежде, чѣмъ поступить въ кровь, они претерпѣваютъ въ протоплазмѣ (клѣтокъ или стромы?) ворсины химическое измѣненіе: пептоны, изъ какого бы вида бѣлковъ они не произошли (мяса, хлѣба, птичьяго яйца и пр.), превращаются въ бѣлки кровеной плазмы (альбуминъ и глобулинъ) и уже въ этомъ видѣ поступаютъ въ кровь. Путь всасываемыхъ бѣлковыхъ жидкостей не черезъ лимфу, а черезъ кровь доказывается, во-первыхъ, тѣмъ, что количество лимфы, вытекающей изъ грудного протока, не увеличивается во время пищеваренія [1]); во-вторыхъ, тѣмъ, что величина всасыванія бѣлковъ не измѣняется послѣ перевязки у животнаго грудного протока. Что же касается до превращенія пептоновъ въ бѣлки въ протоплазмѣ кишечной ворсинки, то оно доказывается: почти полнымъ отсутствіемъ пептоновъ въ крови, оттекающей отъ кишекъ (т.-е. въ воротной венѣ) при значительномъ количествѣ ихъ въ кишечной стѣнкѣ, и, наконецъ, присутствіемъ пептоновъ во время пищеваренія въ бѣлыхъ шарикахъ крови. Сверхъ того, доказано прямыми наблюденіями, что только при одномъ бѣлковомъ пищевареніи аденоидная ткань кишекъ бываетъ пе-

[1]) Изъ этого факта уже само собою слѣдуетъ, что всѣ вообще водные растворы питательной жидкости идутъ изъ кишекъ въ кровь, а не въ лимфатическую систему.

реполнена лимфоидными элементами, или лейкоцитами (лейкоцитозъ). Такимъ образомъ, послѣднимъ приписывается роль простыхъ переносчиковъ жира и переносчиковъ пептоновъ, съ превращеніемъ ихъ въ бѣлки.

Сахаръ пищеварительной смѣси, пройдя протоплазму эпителія, поступаетъ исключительно въ кровь, потому что содержаніе его въ лимфѣ грудного протока не увеличивается во время пищеваренія. Этимъ же путемъ всасываются вода и растворенныя въ ней соли.

Изъ этого перечня явленій видно что всѣ вещества пищеварительной смѣси проходятъ черезъ протоплазму эпителія и затѣмъ распредѣляются въ стромѣ ворсинки между двумя путями: въ кровь поступаетъ все, что способно къ гидродиффузіи или эндосмозу, а въ лимфатическую систему идетъ неспособный на это жиръ. Отсюда уже явно слѣдуетъ, что эндосмозъ долженъ играть роль во всасываніи.

Въ основѣ явленій гидродиффузіи и осмоза лежитъ способность жидкостей обмѣниваться своими составными частями въ случаѣ, когда онѣ соприкасаются другъ съ другомъ прямо или черезъ посредство перегородки безъ видимыхъ отверстій. Если въ стаканъ съ водою налить очень осторожно окрашеннаго спирта, такъ, чтобы раздѣльная черта между жидкостями обозначалась въ формѣ рѣзкой линіи, и оставить смѣсь на нѣсколько часовъ въ покоѣ, то по истеченіи нѣкотораго времени граница между водою и спиртомъ начинаетъ болѣе и болѣе стушевываться—окрашенный спиртъ проникаетъ (наперекоръ тяжести) внизъ въ воду, а вода, наоборотъ, идетъ вверхъ (и опять наперекоръ тяжести) къ спирту. Эти два одновременные и противоположные по направленію тока продолжаются до тѣхъ поръ, пока спиртъ и вода не смѣшаются во всѣхъ пунктахъ соединеннаго объема равномѣрно То же самое происходитъ и въ случаяхъ, когда двѣ жидкости различнаго состава

раздѣлены непроницаемой съ виду перегородкой, наприм. животнымъ пузыремъ или растительнымъ пергаментомъ; и здѣсь черезъ перегородку, путемъ двойного тока, происходитъ обмѣнъ жидкостей составными частями, пока смѣсь не сдѣлается по обѣ стороны перегородки одинаковой. Единственныя условія для осмотическаго обмѣна, помимо количественной или качественной разницы въ составѣ, заключаются въ томъ, чтобы жидкости смѣшивались между собою и могли пропитывать раздѣляющую ихъ перегородку. Такъ, вода и масло, какъ не смѣшивающіяся жидкости диффундировать вообще не могутъ; диффузія водныхъ растворовъ черезъ каучуковую перепонку тоже невозможна и т. п. Встрѣчаются также и такія тѣла, которыя хотя и удовлетворяютъ перечисленнымъ условіямъ, но почти вовсе не проходятъ черезъ перепонки—это тѣла, разбухающія въ водѣ и имѣющія тогда вязкую консистенцію; таковы, напр., клей, аравійская камедь, крахмалъ яичный бѣлокъ и пр. Ихъ называютъ коллоидами (отъ латинскаго имени ихъ прототипа клея), въ отличіе отъ тѣлъ, дающихъ съ водою истинные растворы и легко диффундирующихъ. Эти же послѣднія носятъ названіе кристаллоидовъ. Легко понять, что если по обѣ стороны перегородки находятся два тѣла съ различною диффузіонною способностью, то изъ двухъ осмотическихъ токовъ болѣе сильный будетъ соотвѣтствовать тѣлу, которое легче проходитъ черезъ перегородку. Такъ если по одну сторону животнаго пузыря помѣстить растворъ сахара (кристаллоидъ), а по другую отваръ клея, то послѣдній къ сахару переходить не будетъ вовсе, а сахаръ будетъ переходить до тѣхъ поръ, пока процентное содержаніе его по обѣ стороны перегородки не уравновѣсится Понятно далѣе, что эндосмотическіе токи въ началѣ процесса пока разница въ составѣ жидкостей очень еще рѣзка, несравненно сильнѣе, чѣмъ подъ конецъ, когда разницы почти сгладились. Если, слѣдовательно, устроить дѣло

такъ, чтобы обѣ или одна изъ диффундирующихъ жидкостей постоянно возобновлялись, то быстрота диффузіи черезъ это должна, очевидно, повыситься. Такъ и бываетъ на самомъ дѣлѣ.

Этихъ немногихъ данныхъ уже совершенно достаточно, чтобы не смѣшать гидродиффузію съ фильтраціей жидкости въ жидкость. Въ послѣднемъ случаѣ разница въ составѣ жидкостей не имѣетъ ровно никакого значенія и единственное опредѣляющее условіе есть разница въ давленіи (фильтрующаяся жидкость должна находиться подъ большимъ давленіемъ, чѣмъ та, въ которую происходитъ фильтрація), которая, наоборотъ, не играетъ роли въ диффузіи. Фильтрація всегда предполагаетъ существованіе одного только тока въ перепонкѣ, а гидродиффузія—двухъ. Смыслъ фильтраціи исчерпывается механическимъ продавливаніемъ жидкости черезъ перегородку, а въ эндосмозъ нерѣдко замѣшиваются притяженія между составными частями раздѣленныхъ жидкостей и вліянія со стороны вещества стѣнокъ. Такъ, къ растворамъ минеральныхъ солей, выкристаллизовывающихся съ большими количествами кристаллической воды, или что тоже къ солямъ жаднымъ къ водѣ, напр., къ растворамъ глауберовой или англійской соли, осмотическій токъ воды черезъ перепонки гораздо сильнѣе, чѣмъ къ солямъ съ противоположными свойствами, напр., къ раствору нашатыря или селитры. Благодаря подобнымъ вліяніямъ, да еще диссоціирующему дѣйствію воды [1]), гидродиффузія можетъ сопровождаться даже разложеніемъ тѣлъ; во всякомъ же случаѣ она служитъ средствомъ вы-

[1]) Когда какое-нибудь тѣло растворяется въ большомъ количествѣ воды, то частицы его, распредѣляясь равномѣрно по всему объему раствора, значительно раздвигаются другъ отъ друга, и химическія притяженія между ними ослабѣваютъ вообще,—особенно же сильно въ тѣхъ направленіяхъ, гдѣ химическія скрѣпы сложнаго тѣла особенно слабы. Это и есть диссоціація водою.

дѣлять изъ смѣси веществъ преимущественно тѣ или другія, смотря по ихъ осмотическимъ свойствамъ. Такъ, если диффундировать съ водой смѣсь коллоида-клея и кристаллоида-сахара и возобновлять воду, въ которую, какъ мы знаемъ, можетъ переходить одинъ только сахаръ, то клей можетъ быть вполнѣ очищенъ отъ послѣдняго. Этимъ же путемъ можно очистить почти вполнѣ кровяную сыворотку отъ ея минеральныхъ составныхъ частей, несмотря на то, что нѣкоторыя изъ нихъ, именно щелочи, стоятъ въ связи съ бѣлковыми тѣлами.

Послѣ этого неизбѣжнаго отступленія возвращаюсь къ вопросу, какъ могутъ просасывать черезъ себя жидкости стѣнки желудка и кишекъ, когда въ нихъ нѣтъ никакихъ отверстій. Теперь уже легко догадаться, какъ это происходитъ. Содержимое желудка и кишекъ, поскольку оно заключаетъ въ себѣ переваренныя вещества, обратившіяся въ истинные водные растворы, уподобляется смѣси тѣлъ по одну сторону диффузіонной перепонки; а слой слизистой оболочки, отдѣляющій эту смѣсь отъ сѣти кровеныхъ (и лимфатическихъ) сосудовъ, есть перепонка, притомъ въ нѣсколько разъ болѣе тонкая, чѣмъ, напр., животный пузырь; наконецъ, безпрестанно движущаяся и безпрестанно возобновляющаяся кровь представляетъ жидкость по другую сторону перепонки. Насколько между жидкимъ содержимымъ желудка и кишекъ съ одной стороны и кровью съ другой—существуютъ качественныя или количественныя разницы въ составѣ, настолько даны условія для обоюднаго обмѣна жидкостей своими составными частями

Пищевой экстрактъ, вслѣдствіе смѣшенія пищи съ большимъ количествомъ чрезвычайно жидкихъ пищеварительныхъ соковъ, всегда менѣе густъ, чѣмъ жидкая часть крови; поэтому токъ воды всегда долженъ идти изъ полости пищевой трубки къ крови, а не наоборотъ, сахара въ пищевомъ экстрактѣ тоже всегда больше, чѣмъ въ крови,—

и онъ долженъ идти въ томъ же направленіи Если прибавить къ этому, что объ смѣшивающіяся жидкости находятся въ постоянномъ движеніи, то легко понять, что въ теченіе пищеварительнаго періода, длящагося часы, всасываніе можетъ достигнуть значительныхъ размѣровъ.

На словахъ дѣло объяснилось, какъ читатель видитъ, очень удачно; но онъ имѣетъ, конечно, право требовать отъ меня не однихъ словъ—я обязанъ доказать не только возможность, но и дѣйствительное участіе эндосмотическихъ силъ въ дѣлѣ всасыванія веществъ изъ полости пищевой трубки. Для этого, очевидно, нужны опыты на живыхъ животныхъ, и они должны клониться къ тому, чтобы поставить содержимое желудочно-кишечнаго канала въ такія условія, при которыхъ, на основаніи нашихъ общихъ представленій объ эндосмотическихъ процессахъ слѣдовало бы ожидать напередъ или ослабленнаго или, наоборотъ, усиленнаго всасыванія. Подтвержденіе ожиданій и будетъ утвердительнымъ отвѣтомъ на нашъ вопросъ. По счастью, опыты эти вовсе не такъ трудны какъ они кажутся съ перваго взгляда, и одна половина ихъ—конечно по результатамъ—даже извѣстна, я думаю, всякому Это—слабительное дѣйствіе всѣхъ вообще солей, напр., англійской, глауберовой и пр. Соли эти вводятся въ желудокъ обыкновенно въ большомъ количествѣ, притомъ всегда въ сгущенныхъ растворахъ; уже одно это должно, въ смыслѣ нашей теоріи, ослаблять токъ воды изъ пищевой трубки въ кровь, такъ какъ пріемъ соли сгущаетъ питательный экстрактъ; но къ этому присоединяется еще упомянутая нами выше жадность обѣихъ солей къ водѣ, очень большая даже въ сравненіи съ поваренной солью. Поэтому понятно, что подъ совокупнымъ вліяніемъ обѣихъ причинъ пищевая смѣсь не будетъ отдавать крови воду и останется жидкой; при послѣднемъ же условіи она всегда быстро выводится наружу, т.-е. дѣлается поносъ. Другой рядъ опытовъ подтверждаетъ то же самое съ

противоположной стороны: здѣсь растворы слабительныхъ солей вводятся прямымъ впрыскиваніемъ въ кровь; при этомъ условіи наша теорія требуетъ, конечно, уже не ослабленнаго а наоборотъ усиленнаго всасыванія воды изъ полости кишекъ такъ какъ жидкость сгустилась по ту сторону перегородки; и результатъ въ самомъ дѣлѣ оправдываетъ предсказанія теоріи—у животнаго развивается запоръ вслѣдствіе быстраго обѣднѣнія водою кишечнаго содержимаго.

Теперь я перехожу къ описанію механизма, способствующаго выхожденію веществъ изъ центральной полости ворсинки въ лимфатическіе сосуды.

Если разсматривать на живомъ животномъ, при помощи кишечной фистулы, внутреннюю поверхность тонкой кишки, то она кажется попеременно то блѣдною, то красною. Сильная лупа даетъ ключъ къ этой загадкѣ: при посредствѣ ея легко видѣть что блѣдность слизистой оболочки совпадаетъ съ сокращеніемъ ворсинъ (онѣ становятся короче и круглѣе), а краснота съ ихъ расправленіемъ. При первомъ условіи (вспомнимъ что въ ткани ворсинъ есть гладкія мышцы) изъ ворсины выдавливается не только жидкость, наполняющая центральную лимфатическую полость, но и вся кровь изъ сосудовъ, пронизывающихъ ткань ворсины густой сѣтью; когда же сокращеніе прекратилось кровь снова вливается съ извѣстнымъ напоромъ въ свои вмѣстилища, расположенныя въ перегородкахъ ворсиннаго остова, и расправляетъ разслабленную ткань ворсины до прежнихъ размѣровъ. Но послѣднее возможно только при условіи наполненія всѣхъ опорожненныхъ пространствъ ворсины жидкостью Та, которая была только-что выдавлена въ направленіи къ лимфатическимъ трубкамъ, — а сюда путь совсѣмъ открытый, — вернуться назадъ не можетъ, потому что при самомъ началѣ каналовъ въ нихъ уже есть клапаны, позволяющіе течь жидкости только въ направленіи отъ кишекъ; слѣдо-

вательно, пространства ворсины должны наполниться не отсюда, а съ другой стороны, вѣроятно, фильтратомъ изъ крови. Стало быть, каждая ворсинка, въ силу сокращенія ея мышечныхъ волоконъ, дѣйствуетъ какъ давящій насосъ, переводящій жидкость изъ центральной лимфатической полости въ начала лимфатическихъ трубокъ; а при помощи кровяного напора, расправляющаго разслабленный остовъ, она есть присасывательный снарядъ накачивающій свою центральную полость жидкостью изъ крови. Такихъ насосовъ милліоны, и всѣ они работаютъ безпрерывно, производя по нѣскольку качаній въ минуту. Работа каждаго изъ нихъ въ отдѣльности, разумѣется, очень мала, но всѣ вмѣстѣ въ теченіе часовъ они, конечно могутъ произвести кое-что, тѣмъ болѣе что на помощь имъ существуетъ еще другой мышечный аппаратъ, дѣйствующій на ворсины извнѣ. Это— періодическія сокращенія стѣнокъ кишечной трубки при посредствѣ извѣстнаго уже намъ мышечнаго слоя, лежащаго внѣ слизистой оболочки. Сокращенія эти, съуживая просвѣтъ кишечной трубки, давятъ на ея жидкое содержимое, а черезъ него на мягкія ворсинки; изъ нихъ, вмѣстѣ съ содержимымъ лимфатическихъ пространствъ, очевидно, должна выдавливаться и кровь; стало быть, и теперь періодъ послабленія мышечныхъ сокращеній долженъ сопровождаться присасываніемъ жидкостей изъ крови въ каналы ворсинокъ. Но, кромѣ того сокращеніемъ кишечной стѣнки должна сдавливаться вообще вся сумма пронизывающихъ ея толщу лимфатическихъ путей, а послѣдніе уже въ мышечномъ слоѣ кишки и даже нѣсколько глубже, имѣютъ характеръ настоящихъ лимфатическихъ трубокъ. Сверхъ того, важно замѣтить, что хотя внѣ пищеварительнаго періода ворсинки и представляются болѣе спавшимися, однако, въ полости ихъ, какъ въ началахъ лимфатической системы, существуетъ постоянная фильтрація крови (у животныхъ голодающихъ всѣ лимфатическіе сосуды кишекъ наполнены

вмѣсто мутной эмульсіи прозрачной лимфой), и, конечно, она продолжается и во время пищеварительнаго періода, тѣмъ болѣе, что тогда напоръ крови въ ворсинахъ усиленъ. Стало быть, къ описаннымъ двигателямъ млечнаго сока, вступившаго въ начала путей, присоединяется еще обычный двигатель лимфы—кровяной напоръ. Подъ совокупнымъ вліяніемъ всѣхъ трехъ причинъ жидкость и получаетъ возможность постояннаго оттока отъ кишекъ; а затѣмъ она уже подпадаетъ дѣйствію общихъ двигателей для всей лимфатической системы, т.-е. присасывательному вліянію грудной части грудного протока и большихъ венъ, въ которыя она вливается.

Таковы снаряды и силы, при помощи которыхъ питательный экстрактъ переходитъ изъ полости пищевой трубки въ кровь, частію прямо, частію черезъ лимфатическую систему кишекъ.

— — ——

Дыханіе.

Процессъ поступленія въ тѣло газообразныхъ веществъ. — Устройство легкаго и грудной клѣтки, какъ дыхательнаго аппарата.—Измѣненія воздуха при дыханіи.—Газовый обмѣнъ между кровью и воздухомъ, между кровью и тканями.

При первомъ взглядѣ процессъ этотъ состоитъ лишь изъ періодическихъ расширеній и спаденій груди, связанныхъ съ попеременнымъ вхожденіемъ и выхожденіемъ воздуха черезъ полость рта и носа. Но всякій понимаетъ, что это должно быть лишь начало дѣла, и что сущность процесса лежитъ гдѣ-нибудь глубже. Кому неизвѣстно въ самомъ дѣлѣ, что безъ воздуха ни человѣкъ, ни животное не могутъ прожить даже нѣсколькихъ минутъ? Воздухъ, повидимому, даже несравненно болѣе нуженъ животному, чѣмъ пища и питье. Извѣстно въ самомъ дѣлѣ, что человѣка и всякое теплокровное животное можно задушить очень быстро, зажавши ему ротъ и носъ, сдавивши чрезвычайно сильно грудь (чтобы она не могла ни расширяться, ни спадаться), или, наконецъ, сдавивъ дыхательное горло—ту трубку, которая изъ гортани ведетъ въ полость легкаго. Во всѣхъ этихъ случаяхъ подавлено, однако, какъ вхожденіе воздуха въ легкое (очевидно, онъ долженъ идти туда, иначе перевязка дыхательнаго горла не могла бы производить задушенія), такъ и выхожденіе его оттуда, и слѣдовательно, нельзя рѣшить еще, что именно произвело задушеніе. Но вотъ опыты, уже ближе ведущіе къ цѣли: вмѣсто атмосфер-

наго воздуха, представляющаго смѣсь кислорода (21% по объему) и азота (79% по объему), можно брать каждую изъ составныхъ частей его въ отдѣльности и заставлять животное дышать тѣмъ и другимъ газомъ совершенно свободно Оказывается, что кислородомъ животное дышетъ нисколько не хуже, чѣмъ атмосфернымъ воздухомъ; а въ азотѣ, не смотря на свободу вдыханія и выдыханія, оно погибаетъ также скоро, и съ тѣми же припадками задушенія, какъ при закрытіи рта и носа или при дыханіи въ пустотѣ подъ колоколомъ воздушнаго насоса Это сразу указываетъ что вдыханіями вводится необходимый для жизни кислородъ; и, слѣдовательно, одна изъ нашихъ задачъ должна заключаться въ описаніи судебъ этого газа съ момента, когда онъ входитъ при каждомъ вдыханіи въ полость рта и носа.

Но не трудно убѣдиться и въ томъ, что выдыханія, въ свою очередь, не суть только акты чисто-механическіе: выдыхаемый воздухъ всегда содержитъ сравнительно много углекислоты. Стоитъ, напр., взять стаканъ съ известковой водой и продувать черезъ нее при посредствѣ трубки воздухъ изъ полости рта—прозрачная, какъ вода, жидкость начинаетъ вскорѣ мутиться и муть по мѣрѣ продуванія все увеличивается отъ превращенія извести въ мѣлъ который нерастворимъ въ водѣ. Для бòльшей убѣдительности порошокъ можно было бы собрать и выдѣлить изъ него угольную кислоту въ видѣ газа. Значитъ, дыхательными движеніями не только вводится кислородъ (вмѣстѣ съ азотомъ) въ легкое, но и выводится изъ послѣдняго угольная кислота. Первая задача выпадаетъ на долю вдыханій, а вторая совпадаетъ съ выдыханіями.

Такимъ образомъ, въ этой главѣ намъ предстоитъ не только описывать судьбы вдыхаемаго кислорода, но и прослѣдить судьбы угольной кислоты отъ момента ея возниканія въ тѣлѣ вплоть до выведенія изъ послѣдняго дыхательными движеніями

Сначала будетъ описанъ механизмъ вхожденія и выхожденія воздуха изъ полости легкаго; потомъ рѣчь пойдетъ о газовомъ обмѣнѣ на границѣ между полостью легкаго и кровью; а затѣмъ о такомъ же обмѣнѣ между кровью и тканями.

Чтобы понять механизмъ вхожденія и выхожденія воздуха изъ легкаго, необходимо познакомиться съ устройствомъ этого органа и грудной клѣтки т. е. того ящика, въ которомъ заключено легкое

Ткань легкаго представляется на ощупь очень рыхлой, притомъ она очень легка — куски легкаго, брошенные на воду, плаваютъ на ея поверхности. Это происходитъ оттого, что наибольшую по объему часть легкаго составляютъ пронизывающія его воздушныя полости. Послѣднія устроены такимъ образомъ. Начинаясь гортанью (которая легко ощупывается на шеѣ въ формѣ выступа), онѣ продолжаются отсюда въ формѣ трубки, называемой дыхательнымъ горломъ; сначала эта трубка одинокая но опустившись по передней части шеи въ полость груди, переходитъ въ двѣ главныхъ вѣтви (для праваго и лѣваго легкаго), изъ коихъ каждая начинаетъ въ свою очередь, вѣтвиться на подобіе стволика виноградной кисти; и это продолжается до тѣхъ поръ, пока вѣточки, постоянно остающіяся открытыми трубочками, не достигнутъ микроскопическихъ размѣровъ; здѣсь концы ихъ переходятъ въ пузырьчатыя микроскопическія расширенія, называемыя легочными пузырьками. Изнутри каждый пузырекъ кажется ноздреватымъ, потому что внутренняя его поверхность изборождена пластинчатыми пересѣкающимися другъ съ другомъ выступами. Не нужно, однако, думать, что черезъ это полость пузырька дробится на замкнутыя другъ отъ друга маленькія отдѣленія. Всѣ они остаются, наоборотъ, открытыми—сообщаются съ общей полостью пузырька. Выступами достигается лишь увеличеніе внутренней поверхности каждаго пузырька. или что

то же, увеличеніе поверхности соприкосновенія легочнаго воздуха съ кровью, такъ какъ именно въ стѣнкахъ пузырьковъ и ихъ выступахъ расположены густыя волосныя сѣти легочной артеріи, выходящей изъ праваго желудочка. Въ большихъ дыхательныхъ трубкахъ, чтобы полости ихъ всегда оставались открытыми, зіяющими, въ составъ стѣнокъ входятъ полныя или не совсѣмъ полныя хрящевыя кольца, но по мѣрѣ уменьшенія калибра трубокъ, хрящи мало-по-малу исчезаютъ, и здѣсь зіяющее состояніе поддерживается тѣмъ, что легкое, какъ мы знаемъ, даже на трупѣ растянуто во всѣ стороны за предѣлы своего естественнаго объема. Кромѣ того, въ составъ дыхательныхъ трубокъ входитъ слизистая оболочка съ эпителіальной покрышкой (изнутри), а поверхъ ея мышечная. Въ пузырькахъ всѣ эти слои сливаются въ очень тонкую пластинку, въ толщѣ которой и заложены упомянутыя волосныя сѣти

Такова наибольшая масса легочной ткани; остальное т.-е. промежутки между мелкими дыхательными вѣточками съ ихъ пузырьками, заткано густой сѣтью упругихъ волоконъ и пластинокъ, по которой къ легкому направляются кровеносные и лимфатическіе сосуды. Вся эта масса (вмѣстѣ съ мелкими дыхательными трубочками и пузырьками) отличается чрезвычайной растяжимостью—самаго слабаго напора воздуха въ вырѣзанное легкое черезъ дыхательное горло достаточно для его растяженія; но зато оно и съ такою же легкостью возвращается къ прежнему объему, когда прекратилось растяженіе. Слѣдовательно, вообще легкое можетъ быть уподоблено эластическому мѣшку съ громадной, вслѣдствіе раздробленія на мелкіе пузырьки, внутренней поверхностью—мѣшку, плотно прилегающему своими стѣнками къ стѣнкамъ грудной клѣтки.

Вмѣстилище легкаго—грудная клѣтка, представляетъ герметически закрытую полость съ подвижными стѣнками. Дно ея составляетъ мягкая діафрагма, а твердый остовъ боковъ

и верха образованы позвоночникомъ, съ отходящими отъ него ребрами, ключицей и грудной костью, въ которую ребра упираются своими передними хрящевыми концами. Всѣ промежутки между ребрами выполнены двумя слоями мышцъ, называемыхъ межреберными. Въ наружномъ слоѣ всѣ ихъ волокна идутъ по направленію сзади и сверху, впередъ и внизъ; волокна же внутреннихъ межреберныхъ мышцъ направлены наоборотъ, спереди и сверху, кзади и внизъ. И діафрагма, эта большая круглая перепонка, натянутая поперечно между полостью груди и живота, выстроена тоже изъ мышцъ, но не по всей своей поверхности: средина ея сухожильная, и отсюда мышечныя волокна расходятся къ окружности діафрагмы, какъ радіусы изъ центра круга. Подвижность дна грудного ящика обусловливается прямо сокращеніями и разслабленіями мышечныхъ волоконъ діафрагмы, а подвижность его боковъ опредѣляется подвижностью реберъ. Послѣдніе своими задними концами сочленены съ позвонками такимъ образомъ, что могутъ двигаться около этихъ точекъ, какъ центровъ, поднимаясь и опускаясь своими передними концами вверхъ и внизъ; и хотя эти концы (не нужно забывать, что они хрящевые, а хрящи обладаютъ, какъ извѣстно, гибкостью) упираются въ грудную кость, но при подвижности послѣдней, явственно видимой при дыханіи, эта связь можетъ лишь ограничивать, но никакъ не парализовать движеніе реберъ.

Такъ устроена грудная клѣтка въ смыслѣ герметически закрытой полости, съ подвижными стѣнками. Теперь посмотримъ на тѣ силы, которыми приводятся въ движеніе ея стѣнки.

Силы эти мышечныя, и онѣ даны цѣлою системою грудныхъ и брюшныхъ мышцъ, въ число которыхъ входятъ какъ діафрагма, такъ и межреберныя мышцы. Послѣднія играютъ, слѣдовательно, двойную роль: служа для закупорки грудной полости, онѣ вмѣстѣ съ тѣмъ двигаютъ ея стѣнки. Если

изъ дыхательныхъ мышцъ исключить діафрагму, то всѣ остальныя являются двигателями реберъ и распадаются на двѣ большія группы, противоположныя по своему дѣйствію: одна группа производитъ вдыханіе, поднимая передніе концы реберъ кверху; другая производитъ выдыханіе, опуская ихъ книзу. 1-я группа можетъ быть представлена въ формѣ одинокой мышцы, которая, имѣя неподвижную точку опоры въ верхней части позвоночника выше всѣхъ реберъ, посылаетъ сократительныя фибры ко всѣмъ переднимъ концамъ послѣднихъ; другая группа можетъ быть представлена, наоборотъ, мышцей, которая, прикрѣпляясь къ тѣмъ же переднимъ концамъ реберъ, имѣетъ точку опоры въ позвоночникѣ снизу, подъ уровнемъ всѣхъ реберъ. Ясно, что первая система, при своемъ укороченіи, будетъ притягивать концы реберъ кверху, а другая, наоборотъ, книзу; не менѣе ясно также, что, судя по направленію фибръ, наружныя межреберныя мышцы должны входить въ группу вдыхателей, а внутреннія—принадлежать къ системѣ ихъ антагонистовъ. Это такъ и есть на самомъ дѣлѣ.

При усиленномъ дыханіи работаютъ обѣ системы дыхательныхъ мышцъ, но при нормальныхъ условіяхъ, когда оно совершается совершенно спокойно, работаютъ только вдыхатели, да и то далеко не всѣ: у нѣкоторыхъ животныхъ одна только діафрагма, а у человѣка она и наружныя межреберныя мышцы; выдыханіе же происходитъ совершенно пассивно, безъ всякаго участія мышечныхъ силъ.

Вотъ какъ дѣло происходитъ.

Передъ каждымъ вдыханіемъ діафрагма, какъ на трупѣ, вдается куполомъ въ грудную полость (оттого, что внутри грудной клѣтки давленіе меньше атмосфернаго) и всѣ ребра наклонены своими передними концами книзу. Какъ только начинается вдыханіе, начинаютъ укорачиваться всѣ мышечныя волокна діафрагмы разомъ; ихъ неподвижныя точки лежатъ въ окружности діафрагмы, а подвижныя въ центрѣ,

притомъ каждое волокно идетъ по кривой купола: ясно, что вслѣдствіе укороченія волоконъ, діафрагма должна уплощаться и увеличивать полость грудной клѣтки насчетъ полости живота. Это и бываетъ всегда видно изъ того, что при вдыханіи вмѣстѣ съ расширеніемъ груди замѣчается выпячиваніе передней стѣнки живота, отъ сдавливанія діафрагмой содержимаго брюшной полости. Рядомъ съ діафрагмой сокращаются, какъ сказано, наружныя межреберныя мышцы.

Вслѣдъ за вдыханіемъ, безъ малѣйшаго перерыва, слѣдуетъ спаденіе грудной клѣтки—выдыханіе. Этотъ моментъ соотвѣтствуетъ концу мышечныхъ сокращеній, стало быть, діафрагма перестаетъ уплощаться далѣе, а поднятыя ребра уже не тянетъ болѣе никакая сила кверху. Но уплощенная діафрагма сдавила брюшныя внутренности и, разслабѣвъ, не можетъ противустоять теперь ихъ напору снизу, поэтому она снова вдавливается куполомъ въ грудную клѣтку; а ребра, брошенныя мышцами внѣ своего естественнаго положенія, очевидно должны вернуться къ нему, съ одной стороны, просто по тяжести, съ другой, эластическими силами въ ихъ хрящевыхъ концахъ, тоже выведенныхъ изъ натуральнаго положенія; они опускаются передними концами книзу. Пассивное спаденіе расширенной грудной клѣтки всего проще видѣть на трупѣ, если вдунуть черезъ дыхательное горло воздухъ и быстро перестать дуть.

Такими движеніями, періодически повторяющимися всю жизнь (среднимъ числомъ 15 разъ въ минуту), непосредственно достигается расширеніе и спаденіе грудной клѣтки во всѣхъ направленіяхъ, а черезъ это расширеніе и спаденіе легкаго ведущее къ увеличенію или уменьшенію его полости. Причина, почему вслѣдъ за активными движеніями грудной клѣтки должно слѣдовать пассивное расширеніе и спаденіе легкаго, заключается въ упругости послѣдняго и въ томъ, что оно повсюду плотно соприкасается со стѣн-

ками грудной клѣтки. Если вообразить хоть на минуту, что легкое не слѣдуетъ за расширяющейся грудной стѣнкой, то между нимъ и ею должна была бы образоваться пустота; а при этомъ условіи легкое, какъ и всякій эластическій мѣшокъ, наполненный воздухомъ, не будетъ оставаться неподвижнымъ—онъ станетъ расширяться подъ вліяніемъ давленія воздуха изнутри Этотъ самый процессъ и происходитъ собственно при вдыхательномъ расширеніи легкаго· въ каждую послѣдовательную безконечно малую единицу времени между нимъ и расширяющейся грудной стѣнкой существуютъ условія къ образованію пустоты, но въ силу этихъ же условій легкое въ ту же единицу времени должно растянуться на безконечно малую величину Тѣ же самыя причины мѣшаютъ легкому и при спаденіи его опережать грудную клѣтку; оттого-то оно и слѣдуетъ за нею, какъ говорится пассивно во всѣхъ ея движеніяхъ.

Но при дыханіи расширяющаяся и съуживающаяся полость легкаго все время остается въ открытомъ сообщеніи (черезъ дыхательное горло, гортань, полость рта и носа) съ окружающимъ воздухомъ; значитъ, нашъ дыхательный снарядъ, т.-е. грудную клѣтку вмѣстѣ съ легкимъ, можно сравнить съ мѣхами, въ которыхъ воздушная полость тоже періодически то расширяется, то спадается, и воздухъ то входитъ въ мѣхъ, то выталкивается изъ него. Условія явленія въ обоихъ случаяхъ, въ самомъ дѣлѣ, одинаковы. Однако между мѣхомъ и легкими есть слѣдующая существенная разница. Для мѣха выгодно чтобы при выталкиваніи воздуха стѣнки его спадались какъ можно болѣе, и объ этомъ заботятся при его устройствѣ; а въ легкомъ не такъ. Послѣ каждаго выдыханія, т.-е. при наибольшемъ спаденіи легкаго, въ полости его остается очень значительный объемъ воздуха—такъ называемый запасный воздухъ. У взрослаго мужчины количество его доходитъ до $2^1/_2$ литровъ.

Если же измѣрять объемъ каждаго спокойнаго вдыханія

(или выдыханія потому что они, приблизительно, равны), то онъ оказывается не превышающимъ $^1/_2$ литра. Значитъ, при дыханіи, къ неизмѣнному (запасному) большому объему воздуха въ легкомъ періодически притекаетъ лишь $^1/_5$ часть его объема свѣжаго воздуха, и вслѣдъ за каждымъ вдыханіемъ такой же объемъ выбрасывается наружу [1]. Легко понять, что при такомъ ходѣ дѣла воздушной средой для дыханія животнаго, т.-е. средой, изъ которой онъ черпаетъ кислородъ, и въ которую выдѣляетъ угольную кислоту, служитъ непосредственно запасный воздухъ легкаго: а за дыхательными движеніями остается значеніе актовъ, пополняющихъ изъ атмосферы кислородныя потери запаса и вентилирующихъ воздухомъ полость легкаго отъ угольной кислоты. Съ этой точки зрѣнія становится сразу понятна чисто-механическая служба атмосфернаго азота при дыханіи — именно онъ, этотъ индифферентный газъ, и вентилируетъ легкое по преимуществу, такъ какъ въ воздухѣ его по объему $^4/_5$

Но если дѣло происходитъ такъ, то слѣдуетъ ожидать, что при каждомъ вдыханіи весь свѣжій воздухъ или, по крайней мѣрѣ, значительная часть его объема, тотчасъ же равномѣрно смѣшивается съ воздухомъ легкаго, иначе значительная доля работы дыхательныхъ движеній тратилась бы на непроизводительное передвиганіе легочнаго воздуха взадъ и впередъ. Опыты показываютъ, что изъ 500 куб. стм. вдыхаемаго воздуха не утилизируется меньше чѣмъ $^1/_3$ — та именно часть, которая наполняетъ крупныя дыхательныя трубки,—а остальныя $^2/_3$ равномѣрно смѣшиваются съ воздухомъ легочныхъ пузырьковъ. Да это понятно и a priori: при вдыхательномъ расширеніи легкаго всего болѣе должны расширяться тѣ отдѣлы его, которые наиболѣе растяжимы; отдѣлы же эти, очевидно, не крупныя трубки съ хрящевыми

---

[1]) За вдыханіемъ всегда непосредственно (т. е. безъ всякой остановки) слѣдуетъ выдыханіе.

стѣнками, а конечныя совершенно мягкія вѣточки и особенно легочные пузырьки, такъ какъ именно у нихъ стѣнки всего тоньше; другими словами, при вдыханіи расширяются и присываютъ воздухъ преимущественно воздушныя полости легочныхъ пузырьковъ, лежащія на самомъ днѣ легкаго. Войти сюда воздухъ можетъ только черезъ трубочки микроскопической ширины, и такихъ трубочекъ милліарды, слѣдовательно онъ дробится на массу чрезвычайно мелкихъ струй, въ которыхъ и происходитъ перемѣшиваніе газовъ. Въ медицинской практикѣ вхожденіе воздуха въ пузырьки узнается выслушиваніемъ груди, по сопровождающимъ вхожденіе особымъ шумамъ тренія. Въ отдѣлахъ легкаго, гдѣ шумы не измѣнены, ткань его здорова, гдѣ ихъ нѣтъ (напр. въ извѣстные періоды чахотки и воспаленія легкаго), тамъ пузырьки закупорены. Посредствомъ выслушиванія можно убѣдиться также въ томъ, что при нормальныхъ условіяхъ воздухъ проникаетъ во всѣ отдѣлы легкаго, не смотря на то, что грудная клѣтка не во всѣхъ мѣстахъ расширяется равномѣрно (напр., тамъ, гдѣ лежатъ верхушки легкаго и гдѣ ребра сочленяются съ позвонками, расширенія почти нѣтъ).

Покончивъ съ вхожденіемъ и выталкиваніемъ воздуха изъ легкаго, перехожу къ его измѣненіямъ здѣсь. Они могутъ быть резюмированы такъ: съ выдыхаемымъ воздухомъ выносится изъ легкаго нѣкоторое количество водяного пара и угольной кислоты, а изъ вдыхаемаго воздуха исчезаетъ часть кислорода; азотъ же не претерпѣваетъ при дыханіи никакихъ измѣненій.

Выведеніе изъ легкаго водяного пара легко доказать прямымъ опытомъ. Берутъ ртутный термометръ и, нагрѣвъ его шарикъ до температуры нѣсколько выше, чѣмъ температура нашего тѣла, напр., до 40° Ц., вводятъ шарикъ не глубоко въ отверстіе рта, который долженъ оставаться все время открытымъ; на шарикъ попеременно попадаетъ при дыханіи

то струя внѣшняго воздуха, то выдыхаемый воздухъ, и шарикъ, конечно, постепенно охлаждается; если при этомъ наблюдать за нимъ, то на его блестящую металлическую поверхность вскорѣ осѣдаетъ, какъ отъ дыханія на холодное стекло, паръ, въ эту минуту нужно сосчитать число градусовъ на термометрѣ. Всякій знаетъ, конечно, что осѣданіе пара служитъ признакомъ насыщенія имъ воздуха для температуры того тѣла, на которое паръ осѣлъ; но извѣстно также далѣе, что чѣмъ выше температура, для которой воздухъ насыщенъ водянымъ паромъ, тѣмъ паровъ въ немъ больше. Въ нашемъ опытѣ эта температура всегда оказывается очень близкой къ температурѣ тѣла, такъ какъ выдыхаемый воздухъ почти насыщенъ водянымъ паромъ для температуры около 37° Ц. Появляется же паръ въ выдыханіи потому, что легочный воздухъ соприкасается съ влажными стѣнками легочной полости, имѣющими температуру выше 37°

Какъ доказывается выведеніе изъ легкаго угольной кислоты, было уже сказано

Что же касается до исчезанія кислорода изъ вдыхаемаго воздуха, то этотъ фактъ всего легче могъ бы быть демонстрированъ слѣдующимъ опытомъ: нужно было бы посадить какое-нибудь маленькое животное, напр., хоть мышь, въ маленькое же герметически закупоренное пространство, наполненное воздухомъ, дождаться смерти въ немъ животнаго отъ задушенія и затѣмъ анализировать составъ оставшагося воздуха—въ немъ оказались бы только слѣды кислорода.

Способъ опредѣленія количественныхъ измѣненій азота будетъ показанъ впослѣдствіи.

Но куда же скрывается изъ легкаго кислородъ и откуда берется въ немъ угольная кислота?

Описывая устройство легкаго, я не упоминалъ ни о какихъ отверстіяхъ въ его стѣнкахъ, ни о какихъ сообщеніяхъ его съ воздушными полостями, въ которыя могла бы скрыться часть кислорода, или изъ которыхъ могла бы выдѣляться

въ легкое угольная кислота—ничего подобнаго нѣтъ, стѣнки легочной полости положительно сплошныя [1]). и только по дну ея образованному изъ чрезвычайно тонкой перепонки, вѣчно текутъ густою сѣтью потоки крови. Ужъ не въ крови ли лежитъ ключъ къ обоимъ загадочнымъ явленіямъ?

Вопросъ этотъ разрѣшается утвердительно, но не однимъ опытомъ, а цѣлымъ рядомъ ихъ.

На первомъ мѣстѣ стоитъ сравненіе венной и артеріальной крови со стороны содержащихся въ нихъ газовъ, кислорода, угольной кислоты и азота. Мы знаемъ, что къ легкому идетъ кровь изъ праваго желудочка — та самая. которая влилась туда черезъ предсердія изъ полыхъ венъ; а отъ легкаго та же кровь оттекаетъ черезъ лѣвое предсердіе и лѣвый желудочекъ въ аорту. Если, слѣдовательно, въ легкихъ изъ крови выдѣляется угольная кислота и тамъ же поступаетъ въ нее кислородъ, то слѣдуетъ ожидать, что вообще до прохожденія крови черезъ легкое (т.-е. въ венной крови) въ ней будетъ содержаться больше угольной кислоты и меньше кислорода, чѣмъ въ крови за легкимъ, т.-е. въ артеріальной. Анализы газовъ это и подтверждаютъ: венная кровь всегда нѣсколько богаче угольной кислотой и значительно бѣднѣе кислородомъ, чѣмъ артеріальная, тогда какъ содержаніе азота въ обѣихъ приблизительно одинаково. Такая разница въ содержаніи газовъ, очевидно, объясняется всего проще тѣмъ, что кровь, протекая по легкимъ, отдаетъ въ ихъ полость часть угольной кислоты и принимаетъ въ себя кислородъ.

Но это не все. Кровь отдѣлена отъ воздушной полости

[1]) Хотя въ самое недавнее время и было найдено, что стѣнка легкаго не абсолютно плотна для воздуха при продолжительной искусственной вентиляціи (искусственное дыханіе); но при нормальныхъ условіяхъ дыханія она оказалась все-таки абсолютно плотной.

легкаго сплошной стѣнкой или перепонкой; слѣдовательно, нужно еще доказать проницаемость легочныхъ стѣнокъ для газовъ вообще и въ частности возможность выхода изъ венной крови черезъ такія стѣнки въ воздухъ угольной кислоты, равно какъ обратный токъ кислорода.

Первый изъ этихъ вопросовъ рѣшается такъ. Берутъ кроличье легкое и навязываютъ его дыхательнымъ горломъ на открытую съ обоихъ концовъ стеклянную трубку, проходящую черезъ верхнюю крышку стеклянаго колокола. Послѣдній опрокидываютъ въ глубокую тарелку съ водой а выступающій изъ крышки свободный конецъ трубки запираютъ. Въ спавшемся легкомъ заключенъ тогда извѣстный объемъ газа, въ составъ котораго входитъ всего больше азота, затѣмъ кислородъ и немного угольной кислоты. Вокругъ же легкаго, въ запертой снизу водою полости колокола будетъ чистый атмосферный воздухъ. Если теперь вводить черезъ воду подъ колоколъ токъ угольной кислоты, то черезъ нѣкоторое время воздухъ вокругъ легкаго замѣнится ею и начнется обмѣнъ (диффузія) между газами, запертыми въ полости легкаго и угольной кислотою внѣ его Для угольной кислоты всѣ вообще мокрыя перепонки легче проницаемы, чѣмъ для азота и кислорода, поэтому въ запертую полость легкаго въ каждую единицу времени будетъ входить ея больше чѣмъ выходитъ азота и кислорода- черезъ это легкое мало-по-малу распыживается.

Для рѣшенія другихъ двухъ вопросовъ берутъ размоченный въ водѣ мѣшокъ изъ очищеннаго возможно тонкаго животнаго пузыря, наполняютъ его темной венной кровью, завязываютъ и взвѣшиваютъ на нѣсколько часовъ въ герметически закрытомъ пространствѣ, наполненномъ атмосфернымъ воздухомъ. Часа черезъ 2—3 изслѣдованіе воздуха, окружающаго мѣшокъ, открываетъ въ немъ присутствіе угольной кислоты, а измѣненіе цвѣта крови въ мѣшкѣ изъ темнаго въ красный указываетъ на соединеніе ея съ

кислородомъ, или, по крайней мѣрѣ на прямое дѣйствіе этого газа, такъ какъ всякая вообще темная кровь алѣетъ при непосредственномъ соприкосновеніи съ атмосфернымъ воздухомъ (всего быстрѣе при взбалтываніи), или, точнѣе, съ его кислородомъ (азотъ на цвѣтъ крови не вліяетъ)

Заручившись этими фактами, обратимся теперь къ текущей крови. Изъ венъ въ легкое она притекаетъ постоянно темнаго цвѣта, съ бо̀льшимъ содержаніемъ угольной кислоты и меньшимъ кислорода; а отъ легкаго постоянно оттекаетъ ярко-красной, съ вдвое бо̀льшимъ запасомъ кислорода и нѣсколько уменьшеннымъ содержаніемъ угольной кислоты. И это длится безъ всякаго перерыва всю жизнь, потому что красная кровь артерій въ системѣ аорты, пройдя черезъ волосные сосуды, тотчасъ же принимаетъ характеръ венной, дѣлается темной, бѣднѣетъ кислородомъ и пріобрѣтаетъ углекислоту.

Не ясно ли послѣ этого, что постоянное выдѣленіе угольной кислоты въ полость легкаго можетъ совершаться только изъ крови, и въ нее же только можетъ постоянно переходить кислородъ изъ легочнаго воздуха?

Не ясно ли слѣдуетъ отсюда далѣе, что въ крови или въ свойствахъ ея отдѣльныхъ составныхъ частей должны лежать условія, дѣлающія эту жидкость способной черпать кислородъ изъ легкаго и отдавать его черезъ волосные сосуды аорты тканямъ; зачерпывать здѣсь угольную кислоту и отдавать ее черезъ капилляры легочной артеріи легкому: словомъ быть истинной посредницей въ дѣлѣ газоваго обмѣна между тканями животнаго тѣла и окружающей его атмосферой.

Съ однимъ изъ этихъ свойствъ, именно со способностью крови черпать кислородъ изъ воздуха и отдавать его нѣкоторымъ способнымъ окисляться тѣламъ, мы уже познакомились въ ученіи о крови, когда рѣчь шла о свойствахъ гемоглобина; но тамъ способность этого тѣла (а черезъ него и кровяныхъ шариковъ) связывать кислородъ хими-

чески была упомянута вскользь; теперь же я остановлюсь на ней нѣсколько подробнѣе.

Газы могутъ соединяться съ жидкостями двоякимъ образомъ: растворяться въ нихъ или поглощаться химически Первые случаи, типическимъ примѣромъ которыхъ можетъ служить раствореніе атмосфернаго воздуха въ водѣ, характеризуются всего больше тѣмъ, что для всякой данной жидкости и газа величины растворенія *прямо пропорціональны* степени сжатія или напряженія газа. Это значитъ— увеличивается, напр., сжатіе втрое, и газа растворяется втрое больше; уменьшается давленіе въ полтора раза, и въ столько же разъ уменьшается величина растворенія Соотвѣтственно этому растворенный въ жидкости газъ выдѣляется изъ нея какъ простымъ кипяченіемъ, такъ и незначительнымъ согрѣваніемъ въ пустотѣ, равно какъ пропусканіемъ черезъ жидкость другого газа (напр., пропусканіемъ черезъ воду содержащую атмосферный воздухъ, водорода или угольной кислоты) Химическое же поглощеніе газовъ жидкостями характеризуется совершенно рѣзко только въ случаѣ прочности образующагося при этомъ новаго химическаго тѣла: тогда величины газоваго поглощенія опредѣляются, какъ вообще въ химическихъ соединеніяхъ, вѣсовымъ отношеніемъ дѣйствующихъ другъ на друга тѣлъ, не завися ни отъ температуры ихъ, ни отъ степени сжатія газа. Во всѣхъ такихъ случаяхъ поглощенный жидкостью газъ нельзя выдѣлить изъ нея ни кипяченіемъ въ пустотѣ, ни пропусканіемъ черезъ жидкость посторонняго газа. Съ такимъ типомъ происходитъ, напр., поглощеніе 11 вѣсовыхъ частей угольной кислоты 20-ю вѣс. частями содовой щелочи, распущенными въ любомъ количествѣ воды. Но рядомъ съ подобными примѣрами есть множество случаевъ химическихъ поглощеній, въ которыхъ образующіяся вновь соединенія представляютъ самыя разнообразныя степени прочности. Здѣсь законъ нае-

вого отношенія тоже служитъ еще опредѣлителемъ для величинъ химическаго поглощенія, но только до извѣстныхъ предѣловъ сжатія газа. Если послѣднее постепенно уменьшается, то, начиная отъ извѣстнаго пункта (лежащаго тѣмъ выше, чѣмъ менѣе прочно соединеніе газа съ жидкостью), часть химически поглощеннаго газа переходитъ изъ прочнаго состоянія (характеризующагося, какъ было сказано, независимостью его отъ давленія) въ подвижное, какимъ характеризуется растворенный газъ; и по мѣрѣ приближенія къ нулю, т.-е. пустотѣ, часть эта все болѣе и болѣе возрастаетъ. На нулѣ она была бы равна всему объему химическаго поглощенія; вся масса газа перешла бы другими словами въ состояніе растворенное. Но при этомъ условіи величины растворенія, какъ прямо пропорціональныя давленію, равны нулю, значитъ весь газъ вышелъ бы изъ жидкости.

Итакъ, когда въ основѣ химическаго поглощенія газа лежитъ непрочное соединеніе его съ тѣломъ, заключеннымъ въ жидкости, то по мѣрѣ ослабленія сжатія газа величины его химическаго поглощенія, независимыя отъ давленія, все убываютъ, а часть, переходящая въ подвижное состояніе какъ зависимая отъ давленія, растворяется въ ней, соотвѣтственно давленію и природѣ какъ газа, такъ и жидкости. Сообразно съ этимъ, химически, но слабо поглощенный жидкостью газъ можетъ быть выдѣленъ изъ нея кипяченіемъ на огнѣ, пропусканіемъ (черезъ жидкость) другого газа, а также кипяченіемъ въ постоянно возобновляемой пустотѣ [1]). Въ этомъ отношеніи разница между случаями растворенного и химически поглощеннаго газа чисто количественная:

---

[1]) Если бы пустота въ пространствѣ, гдѣ кипитъ жидкость, не возобновлялась, то газъ, собираясь въ ней больше и больше, достигъ бы, наконецъ, такого напряженія, который уравновѣшивалъ бы стремленіе оставшагося еще въ жидкости газа выйти изъ послѣдней.

послѣдній требуетъ только для своего выхожденія больше времени и тѣмъ вообще больше, чѣмъ прочнѣе соединенъ съ жидкостью газъ. Нагляднымъ примѣромъ слабаго химическаго поглощенія можетъ служить случай, когда къ 20 вѣсов. частямъ содовой щелочи въ любомъ количествѣ воды присоединяются не 11 ч. угольной кислоты. какъ въ вышеприведенномъ примѣрѣ. а вдвое большее количество, именно 22 ч. Если бы жидкость послѣ совершившагося поглощенія окружить въ герметическомъ пространствѣ при комнатной температурѣ атмосферой угольной кислоты и начать высасывать послѣднюю насосомъ, то изъ 22 ч газа, химически поглощеннаго жидкостью, не выходило бы ни капли вплоть до разрѣженія угольной кислоты въ сосудѣ до 20 мм. ртутнаго давленія, а за этимъ предѣломъ началось бы выхожденіе, и послѣ продолжительнаго кипяченія въ постоянно поддерживаемой высасываніемъ пустотѣ въ жидкости осталась бы только половина газа. именно 11 частей.

Послѣ этого неизбѣжнаго отступленія обращаюсь къ прерванному разсказу.

Соединеніе кислорода съ гемоглобиномъ кровяныхъ шариковъ принадлежитъ къ разряду слабо-химическихъ, потому что величины его поглощенія вплоть до 100 мм. ртутнаго понижающагося давленія остаются неизмѣнными (конечно, для нашихъ грубыхъ измѣрительныхъ снарядовъ), затѣмъ въ предѣлахъ отъ 100 до 25 мм. уменьшаются очень незначительно и только за послѣднимъ предѣломъ книзу начинаютъ быстро убывать Понятно что и отрицательный характеръ слабыхъ соединеній здѣсь не отсутствуетъ: изъ крови, или вообще изъ гемоглобинныхъ жидкостей кислородъ выдѣляется цѣликомъ въ постоянно-возобновляемую пустоту.

Какъ ни ясны эти показанія но противъ нихъ все-таки существуетъ возраженіе, что они добыты изъ опытовъ надъ выведенною изъ тѣла кровью, а не при условіяхъ нор-

мальнаго ея обмѣна съ легочнымъ воздухомъ. Но вотъ наблюденіе надъ живымъ животнымъ, доказывающее, что процессъ поглощенія кислорода кровью есть актъ химическій, не зависящій отъ напряженія этого газа въ легкомъ. Если задушить животное перевязкой горла—оно умираетъ при этомъ не болѣе какъ минутъ черезъ 5 — и потомъ изслѣдовать воздухъ легкаго, въ немъ не оказывается ни атома кислорода. Такое полное исчезаніе его изъ легкаго было бы невозможно, если бы онъ не притягивался къ крови химическими силами. Разберемъ въ самомъ дѣлѣ условія, въ которыя поставленъ кислородъ легочнаго воздуха послѣ закрытія дыхательнаго горла. Положимъ, что при самомъ началѣ опыта его было въ газовой смѣси легкаго 20% (собственно его меньше); если бы онъ только растворялся въ крови, безпрерывно протекающей черезъ легкое, то въ первый моментъ величина его поглощенія опредѣлялась бы существующимъ въ это время напряженіемъ кислорода, и оно было бы равно $^1/_5$ существующаго атмосфернаго давленія, такъ какъ кислородъ распространенъ по всей полости легкаго; въ слѣдующій затѣмъ моментъ, вслѣдствіе предшествовавшаго исчезновенія части кислорода, его напряженіе въ легкомъ было бы уже меньше и, слѣдовательно меньше растворилось бы и въ крови; въ каждый послѣдующій моментъ было бы то же самое, и слѣдовательно, дѣло никакъ не дошло бы до полнаго исчезанія кислорода изъ полости легкаго. Съ точки же зрѣнія химическаго связыванія его кровью фактъ нашъ объяснимъ вполнѣ. Да и какъ быть иначе, когда человѣкъ, какъ показываетъ опытъ, можетъ совершенно безнаказанно переносить значительныя разницы въ напряженіи вдыхаемаго воздуха (напримѣръ, поднимаясь на большія высоты); когда орелъ поднимается безнаказанно выше Монблана. Если бы кислородъ растворялся въ крови, всякое значительное уменьшеніе атмосфернаго давленія значительно понижало

бы величину его вхожденія въ кровь, являлись бы припадки задушенія, а они происходятъ лишь при очень низкихъ давленіяхъ атмосферы.

Итакъ кислородъ вступаетъ въ кровь силою химическаго притяженія со стороны послѣдней, и благодаря именно этому обстоятельству кислородные недочеты венной крови возмѣщаются вполнѣ, когда она дѣлается артеріальной.

Вопросъ о свойствахъ крови, дающихъ ей возможность черпать угольную кислоту въ тканяхъ и отдавать потомъ въ легкихъ, въ самыхъ главныхъ чертахъ схожъ съ вопросомъ о соотвѣтственномъ отношеніи крови къ кислороду. И здѣсь все дѣло сводится на присутствіе въ крови веществъ, связывающихъ слабо-химически газъ—въ нашемъ случаѣ угольную кислоту—и черезъ это самое способныхъ выдѣлять ее при благопріятныхъ условіяхъ вонъ; но разница въ отдачѣ кислорода тканямъ и въ выступленіи угольной кислоты въ воздухъ легкаго очень существенная. Тамъ, изъ тканей, на кислородъ гемоглобина должны дѣйствовать сильныя химическія притяженія, чтобы оторвать его отъ гемоглобина; а для выхожденія угольной кислоты изъ крови, гдѣ часть ея слабо связана, въ сущности достаточно чтобы въ воздухѣ легкаго ея не было вовсе, или, по крайней мѣрѣ, меньше, чѣмъ въ тканяхъ. Тогда величины поглощенія угольной кислоты въ оттекающей отъ тканей венной крови (какъ величины, зависящія отъ напряженія газовъ!) оказывались бы излишне большими для напряженія этого газа въ легочномъ воздухѣ, и излишки его выходили бы въ послѣдній, все равно, какъ выходила бы изъ воды въ окружающій воздухъ растворенная въ ней угольная кислота—именно, путемъ диффузіи.

Дѣло и происходитъ дѣйствительно такъ. Въ крови есть вещества, связывающія угольную кислоту слабо-химически,

и напряженіе послѣдней въ венной крови дѣйствительно больше напряженія ея въ легочномъ воздухѣ.

Поэтому какъ только венная кровь изъ областей большаго напряженія угольной кислоты переходитъ въ области меньшаго тотчасъ же часть ея освобождается изъ крови. Это происходитъ не только въ легкомъ, но и въ желудкѣ, когда онъ наполненъ проглоченнымъ воздухомъ, также въ искусственно образованныхъ подъ кожей воздушныхъ полостяхъ (если проколоть животному кожу и вдуть подъ нея черезъ трубочку воздухъ). Такимъ образомъ вопросъ о вхожденіи въ кровь кислорода и выступленіи изъ нея углекислоты конченъ и, вмѣстѣ съ тѣмъ, намѣчены дальнѣйшіе пункты, подлежащіе нашему обсужденію, именно вопросъ объ обмѣнѣ газовъ между кровью и тканями—какъ уходитъ изъ крови кислородъ, и откуда берется въ тканяхъ угольная кислота.

Если слѣдить за кровью по длинѣ артерій, то, судя по цвѣту, она доноситъ кислородъ до мельчайшихъ видимыхъ глазомъ развѣтвленій, въ мелкихъ же венахъ цвѣтъ ея всегда темный; слѣдовательно исчезаніе изъ крови кислорода происходитъ въ волосныхъ сосудахъ—тамъ, гдѣ кровь разливается наиболѣе широкимъ русломъ и отдѣлена отъ тканей наиболѣе тонкими стѣнками. Еще яснѣе выступаетъ вліяніе тканей на исчезаніе кислорода изъ артеріальной крови въ опытахъ искусственнаго впрыскиванія ея въ органы только-что убитаго животнаго: здѣсь кровь рѣзко темнѣетъ лишь до тѣхъ поръ, пока органы живы. Какъ же происходитъ исчезаніе кислорода подъ вліяніемъ тканей—притягиваютъ ли онѣ его къ себѣ черезъ стѣнки волосныхъ сосудовъ при посредствѣ веществъ, имѣющихъ къ этому газу болѣе сильное сродство, чѣмъ гемоглобинъ, или, наоборотъ, подобныя вещества образуются въ самой крови (или выдѣляются въ нее изъ тканей) и возстановленіе оксимоглобина происходитъ въ послѣдней?

Въ выпущенной изъ тѣла крови явно уменьшается количество свободнаго (т.-е выкачиваемаго въ пустоту) кислорода; но процессъ даже при нагрѣваніи крови до температуры животнаго тѣла идетъ сравнительно медленно. Съ другой стороны, въ крови задушеннаго животнаго несомнѣнно найдены слѣды вещества болѣе жаднаго къ кислороду, чѣмъ гемоглобинъ. Значитъ, потребленіе кислорода въ крови есть, но оно незначительно. Въ пользу же перехода его изъ крови въ ткани говорятъ слѣдующіе крупные факты. Куски свѣже-вырѣзанныхъ тканей и органовъ, будучи взвѣшены въ воздухѣ. поглощаютъ изъ него кислородъ, а погруженные въ насыщенную кислородомъ кровь очень быстро (особенно при нагрѣваніи ея до температуры животнаго тѣла) отнимаютъ его отъ гемоглобина. При этомъ рѣзче всего дѣйствуютъ мышцы, особенно вырѣзанныя послѣ работы. Далѣе, присутствіе жадныхъ къ кислороду веществъ доказано во многихъ тканяхъ прямыми опытами (особенно рѣзко въ мышцахъ). Сюда же относится фактъ, что въ тканяхъ. за предѣлами кровеносной системы не находятъ ни атома выкачиваемаго въ пустоту кислорода, что было бы. безъ присутствія здѣсь веществъ болѣе жадныхъ къ кислороду. чѣмъ гемоглобинъ, совершенно невозможно За то же говорятъ, наконецъ, рѣзкія перемѣны въ дѣятельности рабочихъ органовъ, мышцъ и железъ, при недостаточномъ притокѣ кислорода съ кровью, а также измѣненія въ составѣ мочи при этихъ условіяхъ. Особенно поучительны въ этомъ отношеніи явленія на животныхъ при постепенномъ разрѣженіи окружающей ихъ атмосферы. Когда артеріальная кровь ихъ начинаетъ рѣзко бѣднѣть кислородомъ, то замѣчается сначала нѣкоторое безпокойство; но вскорѣ оно замѣняется ослабленіемъ мышечной и нервной дѣятельности которое выступаетъ особенно рѣзко, когда разрѣженіе воздуха доведено до $^1/_3$ атмосферы. Если не идти съ разрѣженіемъ далѣе (причемъ животное умираетъ),

то сонливое состояніе животнаго можетъ длиться часы. Суть этого явленія—упадокъ мозговой дѣятельности, а причина недостаточный притокъ кислорода къ мозгу [1])—недостаточный потому, что въ крови онъ еще есть, и притокъ его сюда продолжается. Объяснить это явленіе дѣйствіемъ какихъ-либо веществъ изъ крови на мозгъ нельзя. Въ крови при этомъ не можетъ быть накопленія углекислоты. слѣдовательно углекислый наркозъ невозможенъ: жадныхъ къ кислороду веществъ въ ней тоже быть не можетъ, потому въ крови есть свободный кислородъ. Значитъ, упадокъ мозговой дѣятельности обусловливается недостаточнымъ притокомъ кислорода въ ткань мозга. Съ этой же точки зрѣнія должно объяснять упадокъ дѣятельности железъ и мышцъ при недостаточномъ притокѣ кислорода. Нѣсколько ниже будетъ приведенъ сверхъ всего общій доводъ, заставляющій принимать переходъ кислорода изъ крови въ ткани.

Что касается до самаго процесса этого перехода, то первымъ условіемъ является разность напряженій кислорода въ крови и тканяхъ. Въ крови мелкихъ артерій оно во всякомъ случаѣ больше 100 мм. ртути, а въ тканяхъ равно нулю; и такъ какъ кислородъ, по мѣрѣ его перехода въ ткань тотчасъ же связывается жадными къ этому газу веществами, то переходъ долженъ совершаться очень быстро. Черезъ это дѣлается понятной значительность убыли кислорода при протеканіи крови по волоснымъ сосудамъ, несмотря на то, что оно длится много-много 2 секунды.

Перехожу къ вопросу о процессахъ образованія углекислоты въ живыхъ тканяхъ.

Главнымъ мѣстомъ ея образованія въ тѣлѣ служитъ мышечная ткань. Развитіе ея здѣсь доказывается слѣдующимъ опытомъ. Въ стекляной банкѣ *A* (рис. 12) вѣшаютъ

[1]) **Обмороки, какъ извѣстно, происходятъ отъ временного непритока крови къ мозгу.**

на металлическомъ крючкѣ (*B*), проходящемъ черезъ ея крышку задиія конечности лягушки, обнаженныя отъ кожи и освобожденныя предварительнымъ выпрыскиваніемъ сосудовъ отъ крови. На дно банки наливаютъ столько ртути, чтобы нижніе концы ногъ постоянно находились съ нею въ соприкосновеніи; въ ту же ртуть опущена черезъ крышку банки металлическая проволока *C*, служащая вмѣстѣ съ

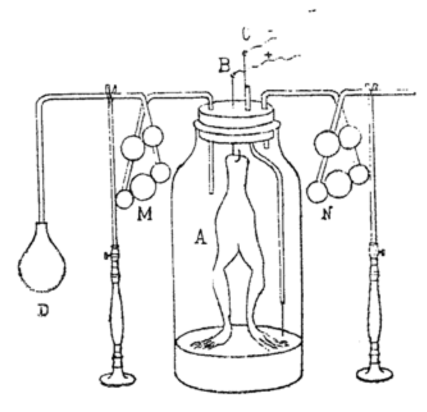


Рис. 12.

внѣшнимъ концомъ крючка *B* мѣстомъ приложенія перерывисто дѣйствующаго электрическаго тока. Послѣдній проходя черезъ крючекъ лягушечьи конечности, ртуть и проволоку *C*, приводитъ мышцы ногъ въ постоянное сокращеніе, длящееся сколько угодно времени. Какъ при этомъ условіи, такъ и при совершенномъ покоѣ мышцъ (но въ послѣднемъ случаѣ значительно менѣе) съ поверхности ихъ выдѣляется въ воздухъ банки *A* угольная кислота, и при-

сутствіе ея здѣсь доказывается продавливаніемъ изъ банки воздуха черезъ растворъ ѣдкаго барита, наполняющій Либиховскій сосудъ N: при этомъ въ прозрачной жидкости происходитъ муть вслѣдствіе образованія нерастворимаго осадка (углекислаго барита). Но если продавливать черезъ банку A воздухъ жилой комнаты, не очистивъ его предварительно отъ угольной кислоты, то можно было бы приписать ей образованіе мути въ сосудѣ N; чтобы избѣжать такого возраженія слѣва отъ A помѣщенъ другой Либиховскій сосудъ M, наполненный растворомъ ѣдкаго кали. Теперь, если продавливать воздухъ посредствомъ каучуковаго шара D, онъ будетъ входить въ A свободнымъ отъ угольной кислоты, а въ N все-таки происходитъ муть. Этотъ же опытъ, при соотвѣтственныхъ видоизмѣненіяхъ его формы, показываетъ далѣе, что рядомъ съ развитіемъ угольной кислоты происходитъ поглощеніе мышцами кислорода изъ окружающаго ихъ воздуха; но въ то же время устанавливаетъ и независимость обоихъ актовъ другъ отъ друга, доказывая именно, что выдѣленіе угольной кислоты продолжается и при условіи, когда атмосферный воздухъ вокругъ мышцы замѣненъ, напр., азотомъ или водородомъ.

Развитіе углекислоты въ железахъ, именно въ слюнныхъ, въ печени и почкахъ доказано тѣмъ, что въ слюнѣ, желчи и мочѣ напряженіе углекислоты больше, чѣмъ въ артеріальной крови. Кромѣ того, извѣстно, что куски всякой вообще свѣжевырѣзанной ткани, рядомъ съ поглощеніемъ кислорода, представляютъ выдѣленіе углекислоты. На крови, выпущенной изъ тѣла, повторяется то же самое: она бѣднѣетъ кислородомъ и дѣлается богаче углекислотой. Слѣдовательно можно считать доказаннымъ, что углекислота постоянно развивается во всѣхъ или, по крайней мѣрѣ, въ большинствѣ тканей (однѣ мышцы составляютъ по вѣсу болѣе чѣмъ половину мягкихъ частей тѣла). Къ этимъ постояннымъ источникамъ ея образованія присоединяются случаи (сопровож-

дающіе мышечную работу) развитія въ тѣлѣ нелетучихъ кислотъ, которыя, поступая въ кровь, освобождаютъ часть химически связанной углекислоты. Сюда же относятся нерѣдкіе случаи бродильныхъ процессовъ въ кишкахъ (напр., молочно и масляно-кислаго броженія), сопровождающіеся развитіемъ углекислоты, гдѣ матеріаломъ для броженія служатъ вещества пищи.

Что собственно происходитъ въ тканяхъ при освобожденіи углекислоты, какъ и какія вещества при этомъ распадаются, въ сущности неизвѣстно. Знаютъ только для холоднокровной лягушки, что въ ея тканяхъ развитіе углекислоты происходитъ независимо отъ поглощенія кислорода. Это доказано знаменитыми опытами Пфлюгера надъ дыханіемъ лягушекъ въ атмосферѣ чистаго азота. Оказалось именно, что лягушка живетъ при этомъ условіи часы и развиваетъ почти такое же количество углекислоты, какъ при дыханіи въ атмосферномъ воздухѣ [1]). На теплокровныхъ такіе опыты невозможны—они быстро умираютъ въ безкислородной атмосферѣ; но и здѣсь извѣстная степень независимости образованія углекислоты отъ поглощенія кислорода доказывается тѣмъ, что, напр., при мышечной работѣ количество кислорода въ выдыхаемой углекислотѣ иногда значительно превышаетъ количество этого газа, вошедшее въ тѣло вдыханіями, что было бы невозможно, если бы углекислота образовалась исключительно насчетъ вдыхаемаго кислорода.

Если признать такую независимость фактомъ всеобщимъ для тканей животнаго тѣла [2]), то выходило бы, что распадъ

[1]) Выше было сказано, что то же самое повторяется на вырѣзанныхъ изъ тѣла мышцахъ лягушки въ безкислородной атмосферѣ.

[2]) Во всякомъ случаѣ, въ мѣстахъ тѣла, гдѣ удается при жизни доказать присутствіе жадныхъ къ кислороду веществъ, образованіе послѣднихъ слѣдуетъ считать первичнымъ актомъ, а поглощеніе кислорода вторичнымъ.

въ нихъ органическаго вещества съ отщепленіемъ углекислоты составляетъ первичную фазу тканевого дыханія а поглощеніе тканью кислорода — явленіе вторичное, обусловленное тѣмъ что въ распавшемся органическомъ веществѣ ткани, по отщепленіи углекислоты, остаются продукты болѣе или менѣе жадные къ кислороду Если смотрѣть при этомъ на газовый обмѣнъ въ тканяхъ, какъ на дыханіе клѣточныхъ элементовъ, то послѣдніе можно было бы уподобить тѣмъ анаэробнымъ низшимъ организмамъ, которые дышатъ конституціоннымъ кислородомъ окружающей ихъ органической среды. Такое воззрѣніе не объясняетъ, конечно, самого процесса образованія углекислоты въ животныхъ тканяхъ, но оно дастъ явленію, по крайней мѣрѣ, болѣе удобопонятную форму. Во всякомъ же случаѣ тканевое дыханіе, составляя, такъ сказать, конечную цѣль и самую суть дыхательныхъ процессовъ, не можетъ быть разсматриваемо иначе, какъ дыханіе клѣточныхъ элементовъ тѣла.

На фактѣ независимости образованія углекислоты въ тканяхъ отъ поглощенія кислорода намъ необходимо остановиться еще по слѣдующей причинѣ.

Если сравнить по составу пищу животнаго съ продуктами ея распада извергаемыми легкими поверхностью кожи и почками [1]), т. е угольной кислотой водой и твердыми веществами мочи (см. ниже отдѣленіе мочи) то между ними оказывается такое отношеніе, какъ будто пища, проходя по тѣлу, сгорала почти до тла: углеродъ пищи превратился въ углекислоту, водородъ въ воду, сѣра въ сѣрную кислоту фосфоръ въ фосфорную кислоту, а азотъ пищи выдѣлился почти весь въ видѣ тѣла близкаго къ углекислому аммiаку

[1]) Кишечныя изверженія должны быть исключены отсюда, потому что это (главнымъ образомъ) вещества, не утилизированныя тѣломъ, не перешедшія за предѣлы кишечнаго канала.

(въ видѣ мочевины). Поэтому мысль, высказанная впервые еще Лавуазье, что дыханіе съ химической стороны есть горѣніе, сохраняетъ силу и досель.

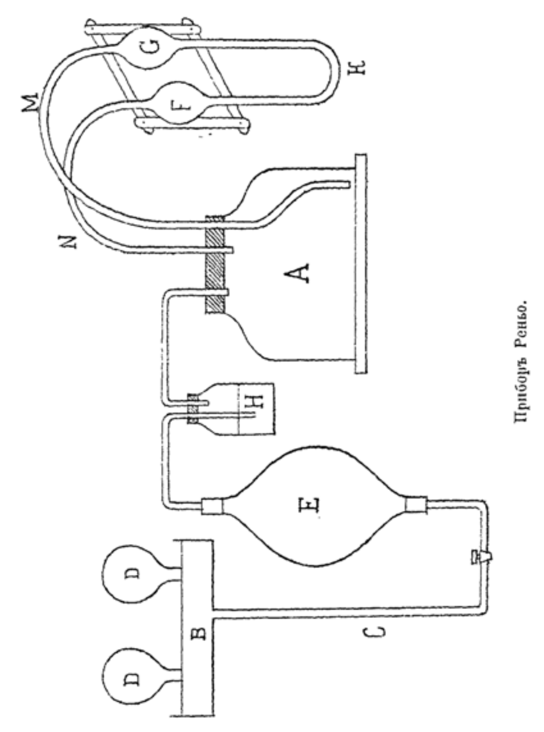
Но когда горитъ органическое вещество на воздухѣ, главную и первичную роль въ процессѣ публика приписываетъ кислороду. Если бы это было такъ на самомъ дѣлѣ, то между дыханіемъ и горѣніемъ была бы принципіальная разница, такъ какъ въ животномъ тѣлѣ первичнымъ явленіемъ служитъ скорѣе распадъ вещества съ отщепленіемъ углекислоты. Въ сущности же такой разницы между обоими процессами нѣтъ. Когда горитъ на воздухѣ органическое вещество, дѣятелей, опредѣляющихъ явленіе, два: теплота и атмосферный кислородъ. Первая дѣйствуетъ самостоятельно (какъ это показываетъ, напр., сухая перегонка дерева) и производитъ цѣлый рядъ химическихъ работъ, расщепляя въ сжигаемомъ тѣлѣ сложныя химическія сочетанія на болѣе мелкія группы; она же, но уже на второмъ мѣстѣ, способствуетъ процессамъ окисленія, давая возможность раскаленному кислороду воздуха вступать въ соединеніе съ раскаленными продуктами разложенія. Разница между дыханіемъ и горѣніемъ заключается, слѣдовательно, лишь въ томъ, что при дыханіи горѣніе происходитъ въ средѣ, пропитанной водою, и идетъ несравненно медленнѣе, чѣмъ горѣніе съ пламенемъ на воздухѣ.

Съ другой стороны, принципіальное сходство между обоими процессами естественно предполагаетъ сходство между ними и со стороны основныхъ условій. Если это такъ, то въ тканяхъ животнаго тѣла должно существовать нѣчто соотвѣтствующее тепловой энергіи, которая производитъ работу разложенія веществъ при горѣніи и способствуетъ ихъ окисленію. Безъ содѣйствія такихъ агентовъ былъ бы совершенно непостижимъ фактъ столь полнаго распаденія бѣлковъ, углеводовъ и жира—послѣдніе два сгораютъ въ

тѣнiе до углекислоты и воды,—какое замѣчается при жизни. Поиски въ этомъ направленiи уже начались.

Покончивъ, такимъ образомъ, съ теоретическою стороною дыхательныхъ процессовъ, перехожу къ описанiю величины дыхательнаго газоваго обмѣна при различныхъ условiяхъ. Прежде всего скажу объ устройствѣ дыхательныхъ аппаратовъ, которыми измѣряется величина потребленiя кислорода и количества выдохнутой легкими (и кожей) угольной кислоты и воды. Существуетъ два основныхъ типа такихъ снарядовъ; одинъ устроенъ Реньо, другой Петтенкоферомъ. Опишу лишь первый, какъ болѣе совершенный

Вообразимъ себѣ герметически закрытое воздушное пространство, въ которомъ дышетъ животное. Съ каждымъ вдыханiемъ изъ этого пространства исчезаетъ нѣкоторое количество кислорода и взамѣнъ его выдѣляется угольная кислота. Вообразимъ себѣ далѣе, что это пространство снабжено такими придатками, изъ которыхъ первый постоянно и съ точностью пополняетъ въ немъ кислородныя потери, а другой постоянно удаляетъ изъ него угольную кислоту по мѣрѣ ея развитiя. Легко понять, что если при этомъ условiи количество азота въ замкнутомъ пространствѣ не измѣняется то животное можетъ жить въ немъ неопредѣленно долгое время и составъ воздуха останется такимъ же какъ при началѣ опыта. Въ случаѣ же потребленiя азота, количество его въ пространствѣ должно уменьшаться, и наоборотъ. Если къ этому присоединить возможность измѣрять съ одной стороны величины кислородныхъ потерь (по тѣмъ количествамъ кислорода, которыми онѣ пополняются), а съ другой возможность собрать всю удаленную изъ воздушнаго пространства угольную кислоту, то задача будетъ выполнена. По этой мысли и устроенъ снарядъ Реньо, схема котораго (рис. 13) приведена. Стеклянная банка *A* изображаетъ прiемникъ, въ которомъ дышетъ животное. Слѣва отъ него придатокъ, пополняющiй кислородныя потери, а справа



Приборъ Реньо.

Рис. 13.

тотъ, который удаляетъ угольную кислоту. Первый начинается столбомъ жидкости *BC* (неизмѣнность его высоты

поддерживается склянками *D* съ тою же жидкостью опрокинутыми открытымъ концомъ въ резервуаръ *B*), который служитъ для продавливанія чистаго кислорода изъ шара *E* въ пріемникъ *A* черезъ промывную склянку H. Въ каждый дыхательный періодъ часть кислорода исчезаетъ изъ пространства A. слѣдовательно напряженіе остающагося въ немъ воздуха становится слабѣе; въ силу этого обстоятельства кислородъ и долженъ притекать въ *A*, и именно въ томъ самомъ количествѣ. сколько его исчезло за періодъ. Этой простой уловкой. устанавливающей равенство между кислородными потерями и кислороднымъ притокомъ и дается возможность мѣрять количество вдыхаемаго кислорода по степени его исчезанія изъ шара *E*. Другой придатокъ состоитъ изъ двухъ равной вмѣстимости и открытыхъ съ обоихъ концовъ стеклянныхъ сосудовъ *F* и *G* прикрѣпленныхъ къ четыреугольной и подвижной во всѣхъ углахъ рамѣ: нижніе концы обоихъ сосудовъ связаны каучуковой трубкой K, а верхніе посредствомъ каучуковыхъ же трубокъ *M* и *N* сообщены съ стеклянными трубками, открывающимися на различныхъ глубинахъ въ пріемникъ *A*. Полости сосудовъ *F* и *G* сообщаются. слѣдовательно, другъ съ другомъ и съ пріемникомъ, въ которомъ дышетъ животное; въ то же время онѣ наполнены, конечно вмѣстѣ съ трубкою K, растворомъ ѣдкаго поташа настолько что когда оба сосуда стоятъ на одномъ уровнѣ растворъ доходитъ въ каждомъ изъ нихъ до половины высоты; когда же одинъ изъ сосудовъ опускается книзу, а другой идетъ кверху, то уровень раствора въ первомъ будетъ постоянно повышаться а въ другомъ сосудѣ падать. При этомъ подпимающійся сосудъ будетъ присасывать воздухъ изъ пріемника *A*, и именно изъ болѣе глубокихъ слоевъ его, а нижній будетъ, наоборотъ, выталкивать изъ себя воздухъ. Съ каждой перемѣною положенія сосудовъ, при движеніяхъ рамы въ ту и другую сторону, роли ихъ будутъ мѣняться. слѣдовательно они въ

одно и то же время будутъ взбудораживать воздухъ въ пріемникѣ *A* и постоянно присасывать его къ раствору ѣдкаго кали, который, какъ извѣстно жадно поглощаетъ угольную кислоту. Этимъ путемъ постоянно удаляется выдыхаемая угольная кислота и собирается для измѣренія. Наконецъ, въ аппаратѣ Реньо есть средства и для измѣренія количества азота въ случаѣ, если онъ терпитъ измѣненія при дыханіи: они, какъ сказано было выше, узнаются изъ состава воздуха въ пріемникѣ *A* (неизмѣнность этого состава показываетъ неизмѣняемость азота при дыханіи; увеличеніе процента—выдѣленіе его изъ тѣла, а уменьшеніе, наоборотъ), и съ этой цѣлью существуетъ 3-й придатокъ, дающій возможность въ каждое время высосать изъ пріемника нѣкоторое количество воздуха для анализа.

Въ способѣ Петтенкофера прямо измѣряются только углекислота и вода, выдѣляемыя животнымъ, и такое упрощеніе основано на мысли (принимаемой теперь всѣми), что азотъ не претерпѣваетъ при дыханіи никакихъ измѣненій. Потребленіе кислорода при этомъ опредѣляется косвенно изъ взвѣшиванія животнаго передъ опытомъ и послѣ него. Если, въ самомъ дѣлѣ, назовемъ черезъ A вѣсъ животнаго передъ опытомъ, черезъ *B* вѣсъ его послѣ опыта, черезъ *C* дыхательныя потери (опредѣленную опытомъ воду и углекислоту) и черезъ *X* приростъ вѣса тѣла во время опыта вслѣдствіе потребленія кислорода, тогда очевидно $B = A - C + X$.

Измѣреніе газоваго обмѣна посредствомъ дыхательныхъ аппаратовъ началось со временъ Лавуазье и обогатило науку слѣдующими данными.

Интенсивность газоваго обмѣна стоитъ въ прямой связи съ интенсивностью жизненныхъ процессовъ вообще.

У теплокровныхъ газовый обмѣнъ вообще сильнѣе, чѣмъ у холоднокровныхъ; а у сурковъ во время зимней спячки онъ

даже ниже. чѣмъ у послѣднихъ. Но какъ только животное выводится изъ оцѣпенѣнія согрѣваніемъ. газовый обмѣнъ тотчасъ же начинаетъ повышаться.

Дыханіе есть источникъ животной теплоты.

Если теплокровное животное окружить въ дыхательномъ аппаратѣ разъ болѣе холоднымъ, а другой болѣе теплымъ воздухомъ, то тепловыя потери тѣла въ первомъ случаѣ будутъ больше, чѣмъ во второмъ; а между тѣмъ количество тепла въ тѣлѣ остается, какъ извѣстно, неизмѣннымъ (это доказывается вообще неизмѣнностью температуры тѣла у теплокровныхъ, дышатъ ли они въ теплѣ или на холодѣ): значитъ въ холодномъ воздухѣ тѣло должно производить больше тепла. Параллельно этому газовый обмѣнъ тогда сильнѣе. чѣмъ въ тепломъ воздухѣ. Съ той же точки зрѣнія объяснимъ слѣдующій съ виду странный фактъ: дѣти, сравнительно съ взрослымъ человѣкомъ, и вообще мелкія животныя сравнительно съ крупными той же породы, больше поглощаютъ кислорода и больше развиваютъ угольной кислоты, если отнести величины газоваго обмѣна въ томъ и другомъ случаѣ къ соотвѣтственнымъ вѣсамъ тѣла. Дѣло въ томъ, что у всякаго маленькаго животнаго внѣшняя поверхность тѣла сравнительно съ массой послѣдняго больше, чѣмъ у большого животнаго [1]); и такъ какъ внѣшняя поверхность у обоихъ есть въ то же время поверхность охлажденія, а теплота развивается и у большихъ. и у мелкихъ животныхъ во всѣхъ точкахъ массы тѣла, то понятно, что мелкія сравнительно больше теряютъ тепла; а между тѣмъ температура тѣла у нихъ держится на той же высотѣ, что

---

[1]) Если вообразить себѣ тѣла животныхъ въ формѣ шаровъ, то поверхности ихъ будутъ относиться какъ квадраты радіусовъ, а массы. какъ кубы; слѣдовательно съ уменьшеніемъ величины тѣла массы убываютъ скорѣе (пропорціонально кубамъ радіусовъ), чѣмъ поверхности (пропорціонально квадратами).

у крупныхъ: значитъ они должны производить сравнительно больше тепла для покрытія болѣе сильныхъ тратъ.

Интенсивность газоваго обмѣна стоитъ въ прямой связи съ дѣятельностью мышцъ.

При движеніяхъ усиливаются обѣ стороны газоваго обмѣна, но особенно рѣзко выдѣленіе углекислоты: и это объясняется отчасти тѣмъ обстоятельствомъ что въ мышечной ткани при ея дѣятельности развивается кислота (мясомолочная), которая, вступая въ кровь освобождаетъ нѣкоторое количество углекислагс газа изъ его связаннаго состоянія. Есть кромѣ того, основаніе полагать, что усиленное образованіе углекислоты сопровождаетъ отдѣлительную работу тѣхъ пищеварительныхъ железъ, жидкости которыхъ очень богаты ею; съ другой стороны, прямыми опытами доказано что во время пищеваренія потребленіе кислорода и выдыханіе углекислоты вообще усиливается.

Характеръ газоваго обмѣна стоитъ въ связи съ качествомъ пищи.

Если животное кормить пищей очень богатой углеводами или мясомъ и сопоставлять въ каждомъ изъ этихъ случаевъ величину потребленнаго кислорода съ количествомъ выдохнутой углекислоты, то сравнительно съ кислородомъ количество послѣдней при питаніи углеводами всегда оказывается больше. Такъ какъ при сгораніи угля до степени угольной кислоты образующійся объемъ газа какъ разъ равенъ объему кислорода, соединившагося съ углемъ то сказанное выше отношеніе можно выразить еще такъ: при питаніи углеводами $^{9}/_{10}$ вдохнутаго кислорода возвращается въ формѣ углекислоты. а при питаніи мясомъ не болѣе $^{7}/_{10}$. Фактъ этотъ очень важенъ. Доказывая несомнѣнно, что дыхательнымъ измѣненіямъ подвергаются не однѣ ткани но и пищевыя вещества, вступившія въ тѣло, онъ указываетъ вмѣстѣ съ тѣмъ на большое сходство распаденія пищевыхъ веществъ въ тѣлѣ съ сгораніемъ. Въ самомъ дѣлѣ, при сгораніи угле-

водовъ весь внѣшній кислородъ идетъ на окисленіе углерода этихъ соединеній (потому что весь кислородъ углевода идетъ на превращеніе водорода въ воду), поэтому объемъ образующейся угольной кислоты долженъ быть какъ разъ равенъ объему потребленнаго внѣшняго кислорода, или что то же, весь внѣшній кислородъ долженъ возвращаться въ формѣ углекислоты. Когда же въ тѣлѣ отъ бѣлковъ отщепляется мочевина, а остатокъ сгораетъ, то здѣсь внѣшній кислородъ долженъ распредѣляться между углеродомъ и водородомъ остатка, такъ какъ своего кислорода въ немъ не хватаетъ для превращенія водорода въ воду То же (но въ еще большей степени) и съ жиромъ входящимъ въ составъ смѣшанной пищи. Нужно, впрочемъ, замѣтить, что сходство это можетъ быть отчасти случайное Извѣстно, что углеводы въ пищевомъ каналѣ нерѣдко подвергаются молочно-кислому броженію, которое всегда связано съ развитіемъ углекислоты; слѣдовательно, возможно, что сравнительно бо́льшее выдѣленіе ея дыхательными путями при углеводистой пищѣ вытекаетъ отчасти изъ разложенія, происходящаго, такъ сказать, внѣ тканей. Вообще нужно замѣтить, что попытки выставлять результаты сравненія потребленнаго кислорода съ количествами выдохнутой угольной кислоты какъ аргументы за или противъ теоріи горѣнія имѣютъ мало значенія съ тѣхъ поръ, какъ выяснилось, что эти процессы могутъ не идти рука объ руку во времени

Въ заключеніе привожу средній уровень газоваго обмѣна у взрослаго человѣка. Если принять за норму 15 дыханій или 14 дыхательныхъ періодовъ въ 1 минуту, то на каждый періодъ приходится, среднимъ числомъ, около 25 к. стм. кислорода, сведеннаго на 0^0 и 760 мм. давленія, и около 20 к. стм. угольной кислоты, что составитъ за сутки около 700 грм. (болѣе $1^1/_2$ фунта) кислорода и около 800 грм. углекислоты.

Чтобы покончить съ дыхательнымъ процессомъ, мнѣ остается разсказать еще объ его регуляціи

Подобно тому, какъ притокъ пищевого вещества поддерживается на опредѣленной высотѣ извѣстнаго рода ощущеніями, именно чувствомъ голода и насыщенія, точно также и недостаточный или затрудненный притокъ кислорода тотчасъ же даетъ себя знать тяжелымъ чувствомъ одышки. Рядомъ съ нею развивается реакція въ формѣ усиленія дыхательныхъ движеній—они становятся глубже и чаще; и такимъ образомъ недостаточность или затрудненность кислороднаго притока восполняется усиленнымъ введеніемъ воздуха въ легкое. Въ связи одышки съ усиленіемъ дыхательныхъ движеній и лежитъ вся суть дыхательной регуляціи, такъ какъ ею достигается соотвѣтствіе между потребностью тѣла въ кислородѣ и величиною его притока въ легкое [1].

Посмотримъ же, какимъ устройствомъ дыхательнаго аппарата осуществлена эта связь между недостаточностью кислороднаго притока и дыхательными движеніями.

Такъ какъ послѣднія производятся періодическими сокращеніями мышцъ, окружающихъ грудную клѣтку, а мышцы въ тѣлѣ вообще сокращаются только подъ вліяніемъ нервныхъ импульсовъ, то первоначальную причину дыхательныхъ движеній слѣдуетъ искать въ возбужденіяхъ, выходящихъ изъ нервной системы. Это такъ и есть на самомъ дѣлѣ.

Опыты разрушенія различныхъ отдѣловъ головного мозга открываютъ въ части его, называемой продолговатымъ мозгомъ, очень небольшое пространство, при разрушеніи котораго тотчасъ же прекращаются дыхательныя движенія и наступаетъ смерть. Это такъ называемые ды-

---

[1]) Не нужно забывать, что усиленный притокъ воздуха въ легкое имѣетъ еще значеніе усиленной вентиляціи его (а черезъ легкое и крови) отъ угольной кислоты; кромѣ того, усиленныя вдыханія, ускоряя токъ венной крови, ускоряютъ и самое движеніе ея по легкому.

хательные центры. Они-то и служатъ исходной точкой для нервныхъ импульсовъ, идущихъ къ дыхательнымъ мышцамъ, и имъ же приписывается способность возбуждаться кровью, протекающею по волоснымъ сосудамъ продолговатаго мозга, насколько она не представляется насыщенною кислородомъ. Послѣднее выводится, съ одной стороны, изъ усиленія дыхательныхъ движеній при задушеніи, когда кровь становится очень бѣдною кислородомъ, съ другой— изъ совершеннаго подавленія ихъ усиленнымъ введеніемъ этого газа въ легкое. Въ опытахъ послѣдняго рода на причину отсутствія дыхательныхъ движеній естественно смотрѣть, какъ на устраненіе необходимости въ дыханіи, такъ какъ животное, насыщенное кислородомъ, не представляетъ ничего ненормальнаго, кромѣ того, что не дышетъ; поэтому-то потеря кислорода кровью, протекающею по волоснымъ сосудамъ дыхательныхъ центровъ, и считается моментомъ, возбуждающимъ ихъ къ дѣятельности.

Такимъ образомъ, причина дыхательныхъ движеній сводится на то, что животное, вслѣдствіе постоянныхъ потерь кислорода изъ крови, постоянно находится въ состояніи слабаго задушенія. Пока эти потери незначительны, возбужденіе дыхательныхъ центровъ (а изъ нихъ черезъ нервы и дыхательныхъ мышцъ) слабо, и дыханіе совершается покойно; но какъ только исчезаніе кислорода усиливается, возбужденіе центровъ становится сильнѣе и сильнѣе, и дыхательныя движенія принимаютъ, наконецъ, конвульсивный характеръ.

Противъ такого толкованія явленій можно было бы сдѣлать слѣдующее возраженіе: если дыхательные центры дѣйствительно возбуждаются кровью волосныхъ сосудовъ, то раздраженіе это должно было бы имѣть характеръ непрерывности, такъ какъ кровь течетъ по волоснымъ сосудамъ равномѣрною струею, а между тѣмъ дыхательныя движенія представляютъ перемежающійся характеръ. Въ

этомъ разладѣ между характерами дѣйствующей силы и вызываемаго ею движенія не заключается, однако, ничего необычайнаго: каждому, конечно, извѣстны такія машины въ которыхъ непрерывно дѣйствующая двигательная сила производитъ перерывистое движеніе, сюда относятся, напримѣръ, швейныя машины, приводимыя въ дѣйствіе постояннымъ движеніемъ махового колеса, водяныя толчеи, пильныя мельницы и пр.; но особенно поучителенъ для насъ подобный же случай проведенія газовъ черезъ жидкости. Всякому, конечно, извѣстно что если вдувать черезъ трубку воздухъ въ воду то не смотря на постоянство давящей силы воздухъ идетъ по жидкости въ формѣ отдѣльныхъ пузырей —и здѣсь непрерывное движеніе переходитъ въ перерывистое; но въ этомъ случаѣ причина явленія заключается въ томъ, что въ вытечномъ отверстіи трубки существуютъ препятствія для выхожденія газа, вслѣдствіе чего напряженіе его сначала должно возрастать для побѣжденія препятствій, а потомъ, когда они побѣждены,—падать по причинѣ выхожденія изъ трубки газоваго пузыря Въ этой же формѣ должно, какъ думаютъ, происходить и возбужденіе дыхательныхъ центровъ: прежде, чѣмъ они приходятъ въ дѣятельность, раздражающіе толчки должны еще возрасти до возможности вызвать движеніе, но когда оно произошло, живая сила толчковъ перешла въ работу и раздраженію снова приходится наростать для произведенія двигательнаго эффекта. Въ явленіе вводится такимъ образомъ понятіе о препятствіяхъ со стороны дыхательныхъ центровъ къ возбужденію, и разъ оно введено, имъ можно уже объяснить прочія стороны дыхательныхъ движеній, напр., дѣятельность при покойномъ дыханіи однѣхъ только вдыхательныхъ мышцъ (это можетъ быть объяснено тѣмъ, что выдыхательные центры труднѣе возбудимы кровью, чѣмъ ихъ антагонисты), увеличеніе числа сокращающихся мышцъ при усиленномъ дыханіи и пр.

Къ какимъ же общимъ выводамъ приводитъ изученіе дыхательныхъ процессовъ, какую роль играютъ они въ жизни?

Не подлежитъ сомнѣнію, что по основному смыслу дыханіе имѣетъ такое же значеніе для тѣла, какъ сжиганіе горючаго матеріала въ паровыхъ машинахъ. Отличаясь другъ отъ друга по деталямъ процессовъ, они сходятся въ томъ, что въ обоихъ случаяхъ совершается рядъ превращеній вещества, связанныхъ съ развитіемъ живыхъ силъ. Какъ главный источникъ тепла въ животномъ тѣлѣ, дыханіе поддерживаетъ уровень всѣхъ безъ исключенія жизненныхъ процессовъ на той высотѣ, которую мы считаемъ нормальной и уже одна эта услуга можетъ быть названа жизненной, какъ это наглядно показываетъ сурокъ въ зимней спячкѣ. Пока дыханіе еле-еле происходитъ, температура его тѣла мало чѣмъ отличается отъ температуры окружающаго воздуха, и животное все равно что мертво; но согрѣйте окоченѣвшее тѣло сурка, и онъ тотчасъ же просыпается къ дѣятельной жизни. Согрѣваніе тѣла однако, еще не составляетъ всей службы дыханія—оно же безъ всякаго сомнѣнія представляетъ источникъ развитія энергій, утилизируемыхъ мышечной и (по всей вѣроятности) нервной системой. Обѣ системы работаютъ въ тѣлѣ всегда одновременно въ обѣихъ интимныя стороны дѣятельности выражаются одними и тѣми же признаками; а между тѣмъ въ мышцахъ работа явственно связана съ усиленіемъ дыхательныхъ процессовъ и, кромѣ того, доказано для обѣихъ системъ, что въ дѣятельностяхъ ихъ играетъ большую роль притокъ кислорода. Выше мы видѣли въ самомъ дѣлѣ что безъ достаточнаго притока этого газа къ головному мозгу сначала потухаетъ сознаніе и утрачивается произвольная дѣятельность, а потомъ наступаетъ смерть Это и есть причина, почему человѣкъ и всѣ вообще теплокров-

ныя животныя такъ быстро умираютъ въ атмосферѣ не содержащей кислорода.

Если принять, наконецъ во вниманіе, что животныя живутъ и работаютъ насчетъ солнечной энергіи, затраченной на созиданіе пищевыхъ веществъ; что энергія эта можетъ освобождаться лишь подъ условіемъ распаденія ихъ, а другой формы распаденія веществъ въ животномъ тѣлѣ кромѣ той которая соотвѣтствуетъ потребленію кислорода и выдѣленію воды, угольной кислоты и мочевины, мы не знаемъ, -то мысль что дыханіе есть источникъ развитія вообще всѣхъ живыхъ силъ въ тѣлѣ, становится необходимостью.

—

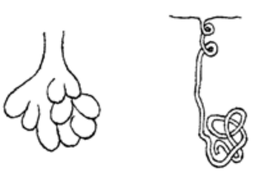
Говоря о дыханіи тканей, мы довели питательныя вещества крови до клѣточныхъ элементовъ тѣла и привели доводы, заставляющіе думать, что дышатъ всѣ вообще дѣятельныя ткани. Но подобно тому, какъ въ цѣломъ организмѣ однимъ дыханіемъ и его непосредственнымъ послѣдствіемъ—развитіемъ тепла—не исчерпывается вся сумма жизненныхъ проявленій, такъ и въ жизни клѣтокъ, рядомъ съ дыханіемъ—этой общей физіологической основой всего живущаго--идутъ процессы иного рода. Въ тканяхъ завѣдомо разрушающихся идетъ возстановленіе потерь — пластика; въ железахъ приготовляются вещества болѣе или менѣе отличныя отъ крови (слюна, желчь, молоко и пр.); въ мышцахъ и нервной системѣ идетъ заряжаніе элементовъ энергіей и обратные процессы разряжанія. Все это и будетъ предметомъ нашихъ дальнѣйшихъ бесѣдъ. Начну съ отдѣленій.

Дѣятельность железъ.

Всякая настоящая железа съ выводнымъ протокомъ устроена на подобіе легкаго, если выводной протокъ железъ приравнять дыхательному горлу. И тамъ, и здѣсь существенную часть органа составляетъ система постепенно умножающихся и утончающихся развѣтвленій выводнаго канала. И тамъ и здѣсь мельчайшія вѣточки кончаются тупыми концами, но не вездѣ одинаково. Въ такъ называемыхъ гроздевидныхъ железахъ онѣ кончаются, какъ въ легкомъ, пузырьчатыми расширеніями; а въ трубчатыхъ сохраняютъ форму трубочекъ, расположенныхъ въ разныхъ железахъ очень различно (печень почка, сѣменная железа). Аналогія железъ съ легкими продолжается еще въ томъ отношеніи что внутреннимъ слоемъ въ стѣнкѣ выводныхъ каналовъ является повсюду слизистая оболочка съ ея эпителіемъ. Какъ тамъ такъ и здѣсь послѣдній не остается по всей длинѣ протоковъ одинаковымъ—въ железахъ, и именно въ мельчайшихъ вѣтвяхъ протоковъ, вблизи ихъ тупыхъ концовъ, эпителій метаморфозированъ и представляетъ слой называемый отдѣлительной поверхностью. Это и есть самая существенная часть железы—тотъ механизмъ, дѣятельностью котораго вырабатывается выдѣляемое железою вещество. Слой этотъ сплошь состоитъ изъ клѣтокъ, значитъ отдѣлительнымъ элементомъ единицей нашего механизма является метаморфозированная эпителіальная клѣтка

Отсюда дѣлается уже понятнымъ, что железа можетъ имѣть микроскопическіе размѣры, лишь бы она была снабжена отдѣлительной поверхностью и выводнымъ каналомъ. И мы видимъ въ самомъ дѣлѣ, рядомъ съ такими объемистыми органами, какъ печень или почка, цѣлый сонмъ микроскопическихъ железокъ въ толщѣ всѣхъ слизистыхъ оболочекъ и въ кожѣ, въ видѣ простыхъ, вѣтвистыхъ или свернутыхъ въ клубки углубленій. Однѣ изъ нихъ выдѣляютъ слизь, другія—желудочный сокъ, третьи—кишечный сокъ; однѣ—потъ, другія—кожное сало. Съ чисто внѣшней стороны разница между большой и микроскопической железой

Рис. 14.



1) Форма сальной железки. 2) Форма потовой железки.

заключается лишь въ томъ, что первая есть конгломератъ микроскопическихъ железокъ, скученныхъ въ одномъ мѣстѣ и изливающихъ свое содержимое по системѣ сообщающихся другъ съ другомъ каналовъ въ общій выводной протокъ. Но понятно, что эта разница не существенная—существенны во всякой железѣ специфическія свойства отдѣлительныхъ клѣтокъ и происходящіе въ нихъ при отдѣленіяхъ процессы. Сказать о первыхъ что-либо вообще, къ сожалѣнію, невозможно; относительно же участія клѣтокъ въ процессахъ отдѣленія извѣстны три различныхъ формы.

Въ наипростѣйшемъ случаѣ отдѣлительный слой играетъ роль фильтра, пропускающаго сквозь себя не всѣ вещества

жидкой части крови въ соотвѣтственныхъ ея составу количествахъ. Такая фильтрація по выбору имѣетъ мѣсто тамъ гдѣ железа выдѣляетъ черезъ себя лишь то, что приносится къ ней кровью (но выдѣляетъ въ иномъ смѣшеніи, чѣмъ въ крови), не развивая въ своей ткани никакого особаго посторонняго для крови вещества. Если бы было доказано совершенно положительно, что вся мочевина и прочія органическія вещества мочи развиваются внѣ почекъ и уже готовыми приносятся къ нимъ кровью, то почка, въ дѣлѣ выведенія мочи, имѣла бы лишь значеніе специфически устроеннаго фильтра. Возможно, что по тому же типу происходитъ отдѣленіе пота и слезъ.

Въ другихъ случаяхъ явленія имѣютъ такой видъ, какъ будто сокъ выдавливается изъ набухшихъ передъ отдѣленіемъ клѣтокъ, причемъ послѣднія съеживаются, но остаются на мѣстахъ, сохраняя, повидимому, способность повторять отдѣлительную работу много разъ. По этому типу происходитъ работа клѣтокъ въ околоушной железѣ, въ желудкѣ, въ панкреатической и молочной железахъ.

Третья и послѣдняя форма изъ всѣхъ самая поразительная и заключается въ полномъ перерожденіи и полномъ распадѣ отдѣлительныхъ клѣтокъ, съ замѣною ихъ новыми. Переродившись и созрѣвъ для выдѣленія, клѣтки срываются съ своихъ мѣстъ; но рядомъ съ распадомъ идетъ процессъ размноженія клѣтокъ, и спавшія замѣняются новыми [1]). По этому типу происходитъ выдѣленіе слюнной слизи (вѣроятно слизи вообще) и кожнаго сала, развитіе живчиковъ въ сѣменной железѣ и образованіе молочныхъ шариковъ. Первыя два явленія объясняютъ такимъ образомъ. Бѣлковая протоплазма молодыхъ клѣтокъ въ слизистой железѣ претерпѣваетъ во время своей кратковременной жизни сли-

[1]) Въ этой формѣ явленія наблюдалъ Гейденгайнъ на клѣткахъ подчелюстной железы у собаки.

зистую метаморфозу (бѣлокъ превращается въ слизь), и когда это превращенiе завершилось, клѣтка разрушается выполнивъ свою функцiю. То же самое происходитъ въ сальной железѣ, съ тою лишь разницей, что здѣсь клѣточная протоплазма претерпѣваетъ не слизистое, а жировое перерожденiе.

Эта форма отдѣленiя важна еще въ томъ отношенiи, что она представляетъ переходную ступень отъ секреторныхъ процессовъ къ пластическимъ, гдѣ рядомъ съ разрушенiемъ отжившихъ элементовъ идетъ процессъ замѣщенiя ихъ новыми, путемъ клѣточнаго размноженiя. Ниже, когда будетъ рѣчь о пластикѣ тканей, читатель убѣдится, что между процессомъ образованiя слизи или кожнаго сала и судьбами эпителiальнаго покрова кожи (кожицы) аналогiя полнѣйшая.

Кромѣ отдѣлительной поверхности въ работѣ всякой железы принимаетъ участiе кровь (или лимфа), а въ нѣкоторыхъ железахъ сверхъ того и нервная система. Кровь доставляетъ железѣ сырой матерiалъ для работы (воду, бѣлки, жиръ, сахаръ и соли), а нервная система влiяетъ на дѣятельность клѣтокъ въ родѣ того, какъ она дѣйствуетъ на мышцы. Указать общую причину, почему на однѣ железы нервная система влiяетъ, на другiя нѣтъ, невозможно; и только въ отношенiи пищеварительныхъ железъ можно утверждать съ нѣкоторымъ правдоподобiемъ, что въ этой разницѣ играетъ роль то обстоятельство, выдѣляетъ ли железа свой сокъ непрерывно или только по временамъ. Въ первомъ случаѣ нервныя влiянiя на отдѣлительныя клѣтки отсутствуютъ, во второмъ наоборотъ. Такъ, отдѣленiе слюны желудочнаго и панкреатическаго соковъ суть акты нервные, совпадающiе по времени съ актомъ принятiя пищи [1]; и такой способъ дѣйствiя железъ цѣле-

[1] У голоднаго животнаго одинъ видъ знакомой пищи вызываетъ отдѣленiе слюны и желудочнаго сока. У голоднаго же человѣка слюна отдѣляется при одной мысли о пищѣ.

сообразенъ, потому что выдѣленіе соковъ внѣ времени ѣды было бы совершенно безполезно [1]). Наоборотъ, отдѣленіе желчи происходитъ непрерывно (за это говоритъ, между прочимъ, присутствіе запаснаго резервуара для желчи—желчнаго пузыря), и прямыхъ нервныхъ вліяній на печеночныя клѣтки нѣтъ. Если же взять для сравненія почки и потовыя железы, которыя выдѣляютъ главнымъ образомъ воду изъ тѣла, то оказывается, что тѣ и другія работаютъ непрерывно, а между тѣмъ отдѣлительные нервы существуютъ только для потовыхъ железъ (психическія движенія тоже вліяютъ на отдѣленіе пота). Можно было бы думать, что нервный механизмъ приданъ потовымъ железамъ, такъ сказать, на случай, когда требуется умѣрять усиленнымъ испареніемъ воды съ кожи температуру тѣла; и это до извѣстной степени справедливо (въ теплѣ и при мышечной работѣ, когда согрѣвается тѣло, потовыя железы работаютъ сильнѣе), но только до извѣстной степени, какъ это ясно показываютъ такъ называемые холодные поты при блѣдности кожи. Отдѣленіе слезъ тоже непрерывно, а между тѣмъ вліяніе на нихъ нервной системы очень рѣзко. Какой смыслъ имѣютъ факты усиленнаго отдѣленія ихъ подъ вліяніемъ психическихъ аффектовъ, совершенно непостижимо. Въ высшей степени любопытно вліяніе нервной системы на отдѣленіе молока. Сомнѣваться въ его существованіи нельзя; но всѣ попытки отыскать для молочныхъ железъ отдѣлительные нервы оказывались до сихъ поръ безуспѣшны. Доказываются нервныя вліянія на эти органы слѣдующими наблюденіями и фактами. У коровы внутренняя полость железы, наполненная передъ дойкой молокомъ, меньше чѣмъ количество выдаиваемаго сразу молока по объему

---

[1]) Внѣ ѣды происходитъ незначительное отдѣленіе слюны для смачиванія полости рта.

Кромѣ того, извѣстно что одна и та же корова даетъ доильщицамъ, которыхъ любитъ, молока больше, чѣмъ другимъ. Наконецъ, кто не слыхалъ, что сильные психическiе аффекты влiяютъ не только на количество, но даже на качество молока у кормящихъ грудью женщинъ.

Тамъ, гдѣ нервное влiянiе доказано нервъ считается прямо влiяющимъ на отдѣлительную клѣтку (въ нѣкоторыхъ железахъ даже прямо связаннымъ съ нею) и называется поэтому отдѣлительнымъ или секреторнымъ нервомъ въ томъ самомъ смыслѣ, какъ нервъ мышцъ называютъ двигательнымъ. Но рядомъ съ секреторными влiянiями въ железахъ дѣйствуютъ нервные механизмы иного рода, регулирующiе притокъ сырого матерiала. Это такъ называемые сосудодвигательные нервы, съуживающiе и расширяющiе просвѣтъ кровеносныхъ сосудовъ. Они, и именно расширители сосудовъ, существуютъ, повидимому во всѣхъ вообще железахъ, потому что почти повсюду наблюдается усиленный притокъ крови къ железѣ во время ея дѣятельности.

Переходя теперь къ описанiю отдѣленiй въ частности, я распредѣлю, по принятому въ физiологiи обычаю, подлежащiй матерiалъ въ двѣ категорiи: отдѣленiй и выдѣленiй. Въ первую относятъ дѣятельности железъ, дающихъ сокъ, утилизируемый тѣломъ; а во вторую—процессы выведенiя изъ тѣла продуктовъ разрушенiя—процессы, при посредствѣ которыхъ тѣло освобождается отъ веществъ, уже разрушившихся и негодныхъ для жизни. Въ первую категорiю относятъ приготовленiе всѣхъ пищеварительныхъ соковъ, слизи, молока, сѣмени, кожнаго сала и слезъ; а во вторую—отдѣленiе мочи и пота. Послѣднiе два процесса[1]) по ихъ значенiю стоятъ рядомъ съ выведенiемъ легкими

---

[1]) Вмѣсто отдѣленiя пота было бы точнѣе сказать выдѣленiе кожей воды и углекислоты.

углекислоты и воды. Почки, кожа (съ ея испареніями) и легкія суть тѣ пути, которыми выбрасываются изъ тѣла всѣ продукты вещественнаго распада негодные для жизни.

Въ заключеніе оговорка. Съ нѣкоторою подробностью я опишу только отдѣленіе слюны и выдѣленіе мочи, такъ какъ только эти процессы разработаны детально.

Изъ слюнныхъ железъ изучена лучше всѣхъ подчелюстная пара; о дѣятельности ея я и буду исключительно вести рѣчь. Железы эти заключаютъ въ себѣ древообразно вѣтвящуюся полость, съ одного конца переходящую въ одиночную открытую трубку—выводной протокъ, а съ другого кончающуюся слѣпыми пузырьчатыми расширеніями мельчайшихъ трубочекъ, такъ называемыми слюнными пузырьками. Стѣнки всей полости выстланы слоемъ эпителія, составляющаго непосредственное продолженіе роговой покрышки полости рта (въ которую открываются всѣ слюнныя железы). Въ выводномъ протокѣ, въ крупныхъ и среднихъ вѣтвяхъ эпителіальныя клѣтки железы не отличаются отъ соотвѣтствующихъ клѣтокъ слизистой оболочки рта, но въ мельчайшихъ развѣтвленіяхъ протока, равно какъ въ слюнныхъ пузырькахъ, онѣ уже отличаются по формѣ. Чрезвычайно важно замѣтить, что въ пузырькахъ клѣтки не всѣ однородны: одна половина ихъ имѣетъ зернистый видъ и богата бѣлкомъ, тогда какъ другія клѣтки очень богаты слизью—веществомъ, характеризующимъ слюну и придающимъ ей ту общеизвѣстную вязкость, изъ-за которой она способна тянуться въ нити. Кромѣ этихъ существеннѣйшихъ элементовъ въ составъ железы входитъ разумѣется, скелетъ изъ соединительной ткани, кровеносный аппаратъ, нервы и лимфатическіе сосуды. Относительно нервовъ существуетъ мнѣніе, что они приходятъ въ непосредственную связь съ слюнными клѣтками, подобно тому, какъ нервъ связывается съ сократительными элементами

мышцы, и мы увидимъ что въ процессѣ отдѣленія есть нѣсколько сторонъ, дающихъ сильную опору этому мнѣнію. Что касается до распредѣленія лимфы по слюнной железѣ то принимаютъ, что она при посредствѣ существующихъ и здѣсь тканевыхъ трещинъ имѣетъ непосредственный доступъ къ отдѣлительнымъ элементамъ.

Таково устройство аппарата, приготовляющаго слюну, и теперь намъ предстоитъ разборъ вопроса о способѣ ея образованія.

Предположимъ на минуту, что сырой матеріалъ, изъ котораго образуется слюна, есть кровяной фильтратъ, т. е. жидкая часть крови. При этомъ условіи сравненіе обѣихъ жидкостей другъ съ другомъ очевидно, можетъ привести къ важнымъ указаніямъ, что должно происходить съ кровью въ сферѣ слюноотдѣлительнаго снаряда. Такое сравненіе показываетъ, во-первыхъ, отсутствіе въ слюнѣ бѣлка [1]), главнѣйшей составной части кровяного фильтрата; зато съ другой стороны въ слюнѣ есть слизь (главнѣйшая по количеству органическая составная часть слюны) которой въ крови нѣтъ и слѣда [2]). Внѣ этихъ двухъ разницъ, между обѣими жидкостями существуютъ уже только сходства со стороны качественнаго состава (со стороны содержанія воды и минеральныхъ веществъ). Итакъ, если принять, что слюна можетъ образоваться изъ крови, то вопросъ о ея приготовленіи сводится въ сущности на рѣшеніе вопросовъ, куда дѣвается изъ крови бѣлокъ и откуда берется слизь; всѣ же остальныя вещества слюны могутъ быть разсматриваемы, какъ та часть кровяного фильтрата, которая поступаетъ въ

[1]) Строго говоря, въ слюнѣ онъ есть, но лишь въ самыхъ ничтожныхъ количествахъ.

[2]) Фермента, дѣйствующаго на крахмалъ, нечего принимать въ соображеніе, такъ какъ вѣсовое количество его въ слюнѣ слишкомъ ничтожно, чтобы можно было слѣдить за процессомъ его развитія.

полость железы не подвергаясь никакой химической переработкѣ. Если принять сверхъ того во вниманіе что всѣ эти превращенія происходятъ въ сферѣ аппарата, имѣющаго опредѣленное устройство отдѣлительнаго слоя, снабженнаго нервами то легко понять что рѣшеніе обоихъ главныхъ вопросовъ должно быть поставлено въ связь съ разъясненіемъ участія въ процессѣ отдѣленія: крови, нервовъ и отдѣлительныхъ элементовъ железы, т. е. клѣтокъ, выстилающихъ слюнные пузырьки.

Кровь поставляетъ сырой матеріалъ для образованія слюны Это положеніе можно доказать очень просто. Между нервами подходящими къ подчелюстной слюнной парѣ, есть одинъ называемый барабанною струною. Его можно раздражать, съ маленькими промежутками для отдыха, въ теченіе хоть 10 часовъ электрическими токами, и во все это время изъ выводного протока вытекаетъ слюна. При такомъ продолжительномъ раздраженіи, слюны можно собрать (вставивъ отводную трубку въ протокъ) до 200 грам.. а между тѣмъ вся железа вѣситъ не болѣ 5-ти. Явно что она, такъ сказать. только просачиваетъ сквозь себя жидкій матеріалъ, приносимый ей извнѣ. Но такимъ матеріаломъ можетъ быть только кровь потому что она представляетъ для всѣхъ вообще органовъ единственную жидкость, приносимую къ нимъ извнѣ

Рядомъ съ этимъ фактомъ существуютъ другіе, которые даютъ возможность составить себѣ болѣе подробное понятіе о самомъ способѣ участія крови въ процессѣ отдѣленія.

Внѣ случая раздраженія нервовъ, подходящихъ къ слюнной железѣ, она остается покойной, т. е. не выдѣляетъ сока, и тогда оттекающая отъ нея по венамъ кровь имѣетъ обычный темный цвѣтъ и течетъ медленною, ровною струею. Картина эта, однако. мгновенно измѣняется. какъ только начинается раздраженіе барабанной струны: рядомъ съ вытеченіемъ слюны изъ протока значительно усиливается

движеніе крови по железѣ, и усиленіе это выражается тѣмъ, что теперь изъ нарочно пораненой вены вытекаетъ въ нѣсколько разъ больше крови, чѣмъ при покоѣ, притомъ кровь, не успѣвая, по причинѣ быстроты тока, терять въ волосныхъ сосудахъ столько же кислорода, какъ прежде, оставляетъ железу уже менѣе темною.

Значитъ, въ слюнной железѣ есть два рода нервныхъ вліяній: одними регулируется токъ крови, другими производится процессъ отдѣленія; и оба они стоятъ независимо другъ отъ друга, какъ это показываетъ слѣдующій дальнѣйшій опытъ. Если животное отравить небольшимъ количествомъ атропина, то раздраженіе барабанной струны уже не ведетъ за собою выдѣленія слюны, а расширеніе мелкихъ артерій съ вытекающимъ отсюда усиленіемъ кровеобращенія продолжаетъ существовать по прежнему. Одно уже это обстоятельство сразу убѣждаетъ насъ, что процессъ отдѣленія слюны нельзя представлять себѣ въ формѣ промыванія постоянно просачивающимся кровянымъ фильтратомъ отдѣлительнаго слоя, который приготовляетъ слизь и удерживаетъ бѣлокъ изъ фильтрующейся сквозь него плазмы, какъ думали одно время нѣкоторые физіологи. Если бы дѣло происходило такъ, то атропинный параличъ отдѣлительныхъ элементовъ могъ бы вліять только на переработку кровяного фильтрата, т.-е. измѣнять качество выдѣляемаго сока, а никакъ не уничтожать фильтрацію плазмы черезъ отдѣлительный слой. Несостоятельность этого воззрѣнія доказывается, кромѣ того, прямыми опытами сравненія напора крови, притекающей къ железѣ, съ напоромъ отдѣляемой слюны. Съ этой цѣлью одинъ ртутный манометръ ввязывается въ сонную артерію (изъ которой подчелюстная железа получаетъ кровь) описаннымъ уже выше образомъ, а другой ввязывается въ выводной протокъ железы на глухо, такъ, чтобы ртутный столбъ запиралъ выходъ слюнѣ. Когда начинаютъ раздражать барабанную

струну слюна, втекая въ манометръ съ одного конца, постоянно повышаетъ уровень ртути въ другомъ коленѣ. Повышеніе это на извѣстной высотѣ останавливается, и тогда ртутный столбъ, соотвѣтствующій разности стоянія уровней въ обоихъ колѣнахъ, очевидно представляетъ напоръ, подъ которымъ отдѣляется слюна, или что то же, силу, съ которой слюна проталкивается черезъ отдѣлительный слой въ полость железы. Если бы это проталкиваніе производилось тою силой, которая фильтруетъ черезъ стѣнки волосныхъ сосудовъ плазму,—а мы знаемъ, что эта сила есть кровяное давленіе въ капиллярахъ,—то давленіе, подъ которымъ отдѣляется слюна должно было бы быть значительно меньше давленія въ крупной артеріи, не могло бы превышать 60—70 мм. ртути; а оно оказывается даже больше артеріальнаго, достигая 200 мм. ртути, когда давленіе въ крупной артеріи составляетъ 120—180.

В ъ проталкиваніи жидкости изъ крови черезъ отдѣлительный слой участвуютъ, слѣдовательно, иныя силы помимо кровяного давленія.

Вопросъ объ участіи отдѣлительныхъ элементовъ въ процессѣ образованія слюны рѣшается цѣлымъ рядомъ опытовъ и наблюденій. Изъ нихъ на первомъ мѣстѣ стоитъ слѣдующій опытъ. На живой наркотизованной собакѣ раздражается въ теченіе нѣсколькихъ часовъ (чѣмъ дольше, тѣмъ лучше), нервъ одной изъ подчелюстныхъ железъ, а другая все это время остается въ покоѣ. Послѣ раздраженія обѣ железы вырѣзываются, взвѣшиваются, высушиваются и опять взвѣшиваются. Раздражавшаяся и отдѣлявшая слюну железа всегда оказывается или легче покоившейся, или, по крайней мѣрѣ, беднѣе ея твердымъ остаткомъ; тогда какъ этой разницы между железами, находящимися въ одинаковыхъ условіяхъ, не бываетъ, по крайней мѣрѣ, разницы столь рѣзкой и постоянной. Объяснить это, конечно, можно только тѣмъ, что нѣчто теряется изъ

самаго вещества железы при отдѣленіи слюны и выводится съ послѣднею вонъ. Но что же это можетъ быть такое? Если припомнимъ, что было сказано по поводу устройства слюнныхъ железъ о клѣткахъ выстилающихъ дно слюнныхъ пузырьковъ, то можно напередъ сказать, что этимъ „нѣчто“ теряющимся изъ железы, можетъ быть только вещество слизистыхъ клѣтокъ, непосредственно вдающихся въ полости пузырьковъ. Можно думать именно, что слизистыя клѣтки или цѣликомъ срываются со своихъ мѣстъ и затѣмъ расплываются въ жидкости, или что онѣ, какъ лишенныя оболочекъ, расплываются на мѣстѣ. Которое изъ двухъ воззрѣній справедливѣе, въ сущности все равно, потому что въ обоихъ случаяхъ конецъ будетъ одинаковъ;—важно то, что дальнѣйшій опытъ прямо доказываетъ исчезаніе изъ железъ слизистыхъ клѣтокъ. Для этого стоитъ только опять раздражать по возможности долго одну изъ железъ, оставляя другую въ покоѣ, затѣмъ обѣ вырѣзать и изслѣдовать ихъ слюнные пузырьки подъ микроскопомъ. Разница между ними всегда оказывается очень большая: въ железѣ, бывшей дѣятельною, слизистыя клѣтки почти исчезли и мѣста ихъ заступаютъ разросшіяся въ числѣ зернистыя бѣлковыя клѣтки, тогда какъ въ покоившемся органѣ онѣ остаются перемѣшанными другъ съ другомъ.

Стало быть, процессъ отдѣленія слюны связанъ не только съ исчезаніемъ изъ слюнныхъ пузырьковъ слизистыхъ клѣтокъ, но еще съ усиленнымъ развитіемъ бѣлковыхъ.

Что касается до вопроса, отчего бѣлокъ кровяного фильтрата не переходитъ въ слюну, то онъ всего проще можетъ быть рѣшенъ на основаніи слѣдующей аналогіи: если фильтровать воду (даже воду!) черезъ кусокъ кожи, взятой отъ человѣческаго трупа, обративъ къ водѣ внутреннюю поверхность кожи, то жидкость, просочившись черезъ нея вплоть до роговой покрышки, останавливается здѣсь, отдуваетъ кожицу

въ формѣ пузырей (совершенно такихъ на видъ, какъ пузыри отъ шпанской мушки), но черезъ роговой слой не фильтруется. Въ томъ же направленіи приходится просачиваться кровяному фильтрату черезъ многослойную отдѣлительную стѣнку слюнного пузырька, слѣдовательно однимъ уже физическимъ устройствомъ послѣдней дѣло можетъ быть объяснено безъ всякой натяжки. Не нужно забывать, кромѣ того, что кровяному фильтрату существуетъ свободный выходъ изъ лимфатическихъ трещинъ железы въ лимфатическіе сосуды.

Послѣднее, что мнѣ остается разъяснить — это вопросъ объ участіи нервовъ въ процессѣ отдѣленія слюны.

Доказывать это участіе нечего послѣ того, какъ разъ было сказано, что безъ нервнаго возбужденія выдѣленія слюны изъ железы не происходитъ: дѣло здѣсь не въ самомъ участіи, а въ его формѣ.

Выше было уже сказано, что регуляція кровяного тока и процессъ отдѣленія не зависятъ другъ отъ друга. Но затѣмъ въ отношеніи нервныхъ вліяній на самое отдѣленіе можетъ быть поставленъ вопросъ, ограничиваются ли они проталкиваніемъ жидкости черезъ отдѣлительный слой, а слизистая метаморфоза клѣтокъ совершается безъ нервныхъ вліяній въ промежутки покоя железы; или же нервы принимаютъ участіе и въ химическихъ метаморфозахъ отдѣлительнаго слоя. Вопросъ разрѣшается въ послѣднемъ смыслѣ слѣдующимъ рядомъ опытовъ.

Пока железа не утомлена продолжительною дѣятельностью количества органическаго вещества въ выводимой слюнѣ съ усиленіемъ раздраженія нервовъ возрастаютъ, Явно, что послѣдніе вліяютъ не на одно передвиженіе воды, а также на отдѣлительный слой, дающій въ слюну органическое вещество.

Еще рѣзче вытекаетъ этотъ фактъ изъ опытовъ надъ околоушной железой. Здѣсь раздраженіе одного изъ нервовъ,

подходящихъ къ железѣ, именно симпатическаго, не ведетъ за собою выдѣленія слюны, такъ какъ въ немъ нѣтъ волоконъ, заправляющихъ отдѣленіемъ воды; но зато оно въ чрезвычайной степени увеличиваетъ количество органическаго вещества въ слюнѣ, когда вмѣстѣ съ этимъ нервомъ раздражается другой, завѣдывающій отдѣленіемъ воды. На подчелюстной железѣ замѣчается въ сущности то же самое, но только въ менѣе рѣзкой степени. Симпатическій нервъ и здѣсь даетъ слюну болѣе бѣдную водой и болѣе богатую органическими веществами, чѣмъ барабанная струна.

Кромѣ того, при раздраженіи слюно-отдѣлительныхъ нервовъ въ железѣ происходитъ развитіе тепла и усиленное образованіе угольной кислоты. Этими двумя явленіями отдѣленіе слюны сходно съ дѣятельностью мышцъ.

Въ вопросѣ объ отдѣленіи желудочнаго сока важны слѣдующіе пункты: мѣсто и способъ образованія его главныхъ составныхъ частей, пепсина и соляной кислоты т. е. участіе въ этомъ образованіи крови, отдѣлительнаго слоя и нервной системы. Обѣ составныя части желудочнаго сока образуются въ такъ называемыхъ пепсинныхъ железахъ желудка. Послѣднія имѣютъ видъ вѣтвистыхъ, сильно вытянутыхъ въ длину мѣшетчатыхъ углубленій въ толщѣ слизистой оболочки и расположены по такъ называемой большой кривизнѣ желудка. Верхняя часть углубленія соотвѣтствуетъ выводному каналу железы, а нижняя, выстланная метаморфозированными эпителіальными клѣтками, представляетъ отдѣлительную поверхность. Клѣтки ея двухъ родовъ: главныя, смотрящія въ просвѣтъ железы, и обкладочныя, лежащія кнаружи отъ первыхъ. Въ главныхъ клѣткахъ приготовляется пепсинъ, а въ обкладочныхъ—кислота. Доказывается это тѣмъ, что въ желудкѣ же, около выходного отверстія, железки слизистой оболочки выстланы однѣми главными клѣтками и въ содержимомъ ихъ есть пепсинъ, а кислоты нѣтъ. Что пепсинъ и кислота образуются именно въ клѣт-

кахъ, выстилающихъ дно пепсинныхъ железъ, доказывается тѣмъ, что только изъ слизистой оболочки желудка можно получить настоями сокъ съ обѣими его составными частями, пепсиномъ и соляной кислотой. О процессѣ образованія послѣднихъ внутри клѣтокъ ничего неизвѣстно; знаютъ только, что въ теченіе желудочнаго пищеваренія отдѣлительныя клѣт-

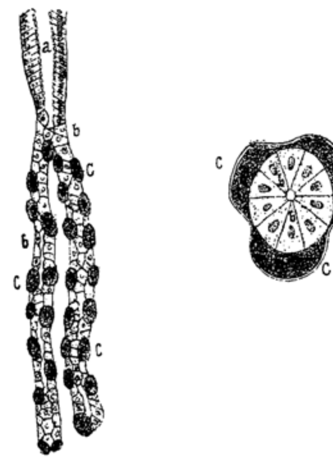


Рис. 15.
Вертикальный поперечный разрѣзъ пепсинной железы. *a* выводной протокъ; *в* главныя клѣтки; *c* обкладочныя клѣтки.

ки изъ разбухшаго состоянія переходятъ въ противоположное; да знаютъ еще, что матеріаломъ для образованія соляной кислоты служитъ поваренная соль, разлагающаяся, вѣроятно, подъ вліяніемъ молочной или угольной кислоты. Значеніе поваренной соли, какъ матеріала для соляной кислоты, до-

казано на два лада. Изъ пищи животнаго удаляли эту соль, и черезъ нѣсколько дней кислота изъ желудочнаго сока исчезала. Въ другихъ опытахъ поваренную соль въ пищѣ животныхъ замѣняли схожей съ ней солью, іодистымъ натріемъ, и въ желудочномъ сокѣ находили тогда сходную съ соляной кислотой іодистоводородную. Отдѣленіе желудочнаго сока несомнѣнно стоитъ подъ вліяніемъ нервной системы и сопровождается, подобно отдѣленію слюны, усиленнымъ притокомъ крови къ железамъ.

По отношенію къ отдѣленію панкреатическаго сока, задачи изслѣдователя должны были бы заключаться въ изученіи условій происхожденія сильной щелочности этого сока и образованія въ немъ трехъ ферментовъ: трипсина, діастаза и дѣйствующаго на жиры вещества. Знаютъ же только внѣшнюю картину измѣненій отдѣлительнаго слоя и усиленіе кровеобращенія въ железѣ во время ея дѣятельности, да на существованіе нервныхъ вліяній.

Въ желчи двѣ характерныхъ составныхъ части: желчнокислыя соли и желчный пигментъ билирубинъ. Обѣ отсутствуютъ въ крови, но послѣдній можетъ образовываться и внѣ печени. Матеріаломъ для его развитія служитъ гемоглобинъ крови, а условіемъ—разрушеніе красныхъ кровяныхъ шариковъ. Что касается до желчныхъ кислотъ, то въ пользу ихъ образованія въ печени говоритъ слѣдующій опытъ: въ смѣси изъ гемоглобина и гликогена съ кускомъ измельченной въ кашицу свѣжей печени развивается гликоколь и тауринъ, двѣ составныхъ части желчныхъ кислотъ. Мѣстомъ ихъ образованія могутъ быть только печеночныя клѣтки, представляющія нѣкоторыя измѣненія въ своемъ внѣшнемъ видѣ во время пищеваренія, когда выдѣленіе желчи несомнѣнно усиливается. Во всякомъ случаѣ, выдѣленіе ея не есть простая фильтрація, потому что напоръ выдѣляемой желчи превышаетъ напоръ крови въ воротной венѣ, приносящей сырой матеріалъ для отдѣленія. Отдѣлительныхъ нервовъ въ печени нѣтъ.

*

Объ отдѣленіи кишечнаго сока изъ Либеркюновыхъ железъ ничего неизвѣстно.

Не менѣе сложенъ и столь же мало разработанъ вопросъ объ образованіи молока въ молочной железѣ. Три характерныя составныя части молока, казеинъ (видъ бѣлка, превращающійся при закисаніи молока въ творогъ), молочный сахаръ и жиръ молочныхъ шариковъ (дающій при сбиваніи молока масло) не содержатся готовыми въ крови и образуются (конечно изъ сырого матеріала кровяной плазмы) въ отдѣлительномъ слоѣ железы Но изъ всѣхъ относящихся сюда фактовъ извѣстно лишь образованіе жира въ отдѣлительныхъ клѣткахъ. О нервныхъ вліяніяхъ было упомянуто выше.

Такіе же громадные пробѣлы представляютъ наши свѣдѣнія относительно процесса образованія сѣмени. Знаютъ только, что такъ называемые живчики (подвижныя сѣменныя нити) образуются путемъ метаморфозы изъ отдѣлительныхъ клѣтокъ сѣменной железы

Вопросъ объ отдѣленіи пота и слезъ остановился пока на изслѣдованіи нервныхъ путей, которыми приносятся къ железамъ отдѣлительные импульсы.

Переходя, наконецъ, къ отдѣленію мочи, мы снова встрѣчаемся съ бо́льшею разработанностью явленій. И здѣсь, какъ въ слюнѣ, задачи выясняются сопоставленіемъ плазмы крови съ мочею. Въ первой главная составная часть бѣлки, а въ мочѣ ихъ нѣтъ вовсе. Плазма имѣетъ щелочную реакцію, а моча у плотоядныхъ и человѣка кислую. Въ плазмѣ есть мочевина (около 0,03%) и поваренная соль (около 0,6%), фосфаты (сотыя доли процента) и сѣрно-кислыя соли (слѣды), но въ крайне ничтожномъ количествѣ. Въ мочѣ же количество мочевины (у человѣка) доходитъ до 2,5%, процентъ поваренной соли до 1,5, а проценты каждой изъ послѣднихъ двухъ солей до 0,2. Сравненіе показываетъ такимъ образомъ, что изъ **коллоидной щелочной плазмы**

при посредствѣ почекъ выдѣляется кислая водянистая жидкость, представляющая несравненно сильнѣе сконцентрированный (особенно сильно въ отношеніи мочевины, сульфатовъ и фосфатовъ) растворъ кристаллоидныхъ веществъ, содержащихся готовыми въ крови. Другой, не менѣе важный выводъ вытекаетъ изъ слѣдующаго разсчета. Въ сутки человѣкъ выдѣляетъ, среднимъ числомъ. около $2^1/_2$ фунт. мочи; а кровяной плазмы черезъ обѣ почки за то же время протекаютъ пуды [1]). Если бы допустить слѣдовательно. что моча просто выфильтровывается изъ крови то изъ сопоставленія суточнаго количества воды въ мочѣ съ соотвѣтственнымъ количествомъ ея въ плазмѣ, вышло бы, что въ сутки выфильтровываются лишь сотыя части воды изъ плазмы. Допустить, однако, столь медленную фильтрацію невозможно. Всякій знаетъ изъ собственнаго опыта, что часа черезъ 2 послѣ введенія въ тѣло большихъ количествъ питья, начинается уже усиленное выведеніе его мочею да и въ эти два часа кажущагося покоя почки собственно работаютъ. потому что моча выводится изъ тѣла не по мѣрѣ ея образованія въ почкахъ, а по наполненіи ею до извѣстнаго предѣла мочевого пузыря. Значитъ, если допустить происхожденіе мочи путемъ простой фильтраціи. то пришлось бы допустить въ почкѣ существованіе трехъ снарядовъ: приспособленія, удерживающаго бѣлокъ, снаряда для фильтраціи и сгустителя Но можно, конечно. думать и иначе—представлять себѣ почку снарядомъ, выфильтровывающимъ только извѣстные избытки воды изъ крови. Тогда этотъ снарядъ будетъ фильтромъ своеобразнымъ только въ двоякомъ отношеніи—неспособнымъ пропускать коллоиды и способнымъ

[1]) Въ основаніе разсчета положены слѣдующія данныя: масса всей крови 10 фунт.; черезъ почки проходитъ $^1/_{20}$ всей массы; скорость одного почечнаго оборота (вслѣдствіе сравнительной короткости пути) 20 сек.

выдѣлять изъ нихъ до извѣстной степени воду. Послѣднее воззрѣніе кажется мнѣ наиболѣе близкимъ къ истинѣ. У холерныхъ, вслѣдствіе обѣднѣнія крови водою отдѣленіе мочи совсѣмъ прекращается; съ другой стороны, въ почкѣ насколько извѣстно ея устройство нѣтъ снаряда, который могъ бы играть роль сгустителя.

Въ отношеніи мочевой воды почка есть органъ, очищающій кровь отъ избытковъ ея, вводимыхъ съ пищей и питьемъ.

Такую же роль играютъ почки въ отношеніи поваренной соли. Суточное количество ея въ мочѣ стоитъ въ прямой связи не съ процентомъ этого вещества въ крови, который приблизительно постояненъ а съ суточнымъ приходомъ соли въ пищѣ. Доказывается это прямымъ опредѣленіемъ ея въ мочѣ и пищѣ за сутки. Но какъ смотрѣть на мочевину, фосфорнокислыя и сѣрнокислыя соли?

Во-первыхъ, легко убѣдиться изъ самаго простого разсчета, что количество ихъ во всей массѣ крови недостаточно для покрытія суточнаго выдѣленія мочею. Въ самомъ дѣлѣ, на всю плазму ($3^1/_3$ литра) каждаго изъ веществъ приходится никакъ не болѣе одного грамма; съ пищей ихъ вводится тоже очень мало [1]). Значитъ. вещества эти гдѣ-то образуются въ тѣлѣ непрерывно и выводятся черезъ кровь и почки вонъ изъ тѣла.

Почка есть органъ, выводящій черезъ кровь изъ тѣла не только излишки воды и солей, но и продукты распаденія пищевыхъ веществъ.

Послѣдняя половина этого положенія доказывается слѣдующими прямыми опытами. Если у животнаго измѣрять въ мочѣ суточныя количества мочевины, то они оказы-

---

[1]) За исключеніемъ частныхъ случаевъ, когда въ составъ пищи входятъ кости, очень богатыя фосфатами.

ваются стоящими въ прямой зависимости отъ рода пищи. Пища, богатая бѣлками (мясная) увеличиваетъ ихъ, и наоборотъ. Связь эта до такой степени прямая, что при извѣстныхъ условіяхъ питанія, когда организмъ находится въ т. наз. состояніи азотнаго равновѣсія (см. ниже главу „обмѣнъ веществъ и силъ“), около $^{9}/_{10}$ азота пищи выводится изъ тѣла въ видѣ азота мочевины. На основаніи такихъ наблюденій уже давно признано, что у млекопитающихъ мочевина, а у птицы мочевая кислота, суть главные продукты распада въ тѣлѣ бѣлковъ, выводимые изъ тѣла мочею. Но въ составъ бѣлковъ всегда входитъ сѣра: она-то и даетъ въ мочу сульфаты; а фосфаты образуются изъ распаденія клѣточныхъ нуклеиновъ и тѣхъ тканей, въ составъ которыхъ входитъ содержащее фосфоръ органическое тѣло лецитинъ (его особенно много въ головномъ и спинномъ мозгу).

Что касается, наконецъ, до вопроса, какимъ образомъ изъ щелочной плазмы выдѣляется кислая жидкость, то дѣло разъясняется очень просто такъ. Во-первыхъ, тѣла, отъ которыхъ зависитъ щелочность плазмы, переходятъ въ мочу въ очень ничтожныхъ количествахъ. Во-вторыхъ, съ мочею выдѣляется вещество, извѣстное подъ именемъ мочевой кислоты. Въ крови его слѣды, а въ мочѣ достаточно, чтобы, дѣйствуя на фосфаты, дать поводъ къ образованію такъ называемыхъ кислыхъ солей, имѣющихъ кислую реакцію.

Итакъ, если держаться высказанной выше мысли, что почка есть своеобразный фильтръ, то теперь послѣ всего сказаннаго она является снарядомъ, фильтрующимъ изъ крови цѣлый рядъ веществъ по выбору. Не пропуская бѣлковъ, она выцѣживаетъ изъ крови по преимуществу воду, мочевину, мочевую кислоту, хлориды, фосфаты и сульфаты.

Работа эта совершается однако не въ одномъ мѣстѣ, она распредѣлена между отдѣлами почки, называемыми

Боумановскими капсулами и витыми канальцами. Въ первыхъ выдѣляется вода (съ солями?), во вторыхъ,—мочевина и мочевая кислота. Выдѣленіе воды въ пузырькахъ доказано удовлетворительно и на высшихъ животныхъ и на лягушкахъ, и столь же рѣзко доказано на птицахъ выдѣленіе черезъ витые канальцы мочевой кислоты [1].

До сихъ поръ, ради удобства изложенія, прямо говорилось что вещества мочи образуются не въ почкахъ, а приносятся къ нимъ кровью готовыми. Теперь же я приведу главные изъ относящихся сюда фактовъ, начиная съ мочевины у млекопитающихъ и мочевой кислоты у птицъ и змѣй.

Если эти вещества развиваются внѣ почекъ и черезъ посредство послѣднихъ только выводятся изъ крови, то понятно что удаленіе почекъ изъ тѣла должно вести за собою накопленіе въ немъ мочевины и мочевой кислоты. Это и наблюдается. Но соотвѣтствуетъ ли произведенное такимъ образомъ накопленіе обоихъ веществъ нормальной величинѣ ихъ образованія за тотъ же промежутокъ времени, рѣшить нельзя, особенно для млекопитающихъ и птицъ, потому что они переживаютъ эту операцію лишь на короткое время. Поэтому одни эти опыты даютъ право сказать лишь слѣдующее:

почка не есть исключительное мѣсто образованія мочевины и мочевой кислоты.

Представимъ себѣ далѣе, что такимъ мѣстомъ или органомъ служитъ печень. У птицъ можно безъ непосред-

---

[1]) Благодаря тому, что это вещество можно открывать въ самыхъ ничтожныхъ количествахъ, даже подъ микроскопомъ, а также тому обстоятельству, что у птицъ и пресмыкающихся мочевая кислота составляетъ главную часть мочи и выводится въ полужидкой формѣ.

ственной опасности для жизни прекратить притокъ крови къ печени и даже удалить бо́льшую часть этого органа. Это и было сдѣлано на гусяхъ Минковскимъ. Въ мочѣ такихъ птицъ количество мочевой кислоты убывало въ сильнѣйшей степени (нормальное отношеніе азота мочевой кислоты ко всему азоту мочи падало съ 60—70% на 3—6%) и почти въ такой же увеличивалось содержаніе амміака (съ нормальныхъ 8—18% 1 № на 50—60%). Кромѣ того въ мочѣ появлялось огромное количество молочной кислоты. Изъ этихъ опытовъ уже несомнѣнно слѣдуетъ, что у птицъ въ дѣлѣ образованія мочевой кислоты главную (можетъ быть даже исключительную) роль играетъ печень

Млекопитающія не выносятъ операціи удаленія этого органа; но у нихъ можно (по способу д-ра Экка) отвести отъ печени кровь воротной вены такимъ образомъ, чтобы она вливалась, минуя эту железу, въ нижнюю полую вену. На оперированныхъ такимъ образомъ собакахъ Павловъ и Ненцкій находили явное увеличеніе количества амміака въ мочѣ.

Другой путь для рѣшенія нашего вопроса заключается въ слѣдующемъ: пробуютъ пропускать съ кровью черезъ свѣже вырѣзанныя части тѣла такія вещества, которыя завѣдомо превращаются у млекопитающаго въ мочевину, а у птицы въ мочевую кислоту, и смотрятъ, не происходитъ ли такого превращенія въ томъ или другомъ органѣ

Извѣстно было уже сравнительно давно, что прибавки къ корму животныхъ амміачныхъ солей съ слабыми кислотами (а у травоядныхъ даже съ сильными, напр., нашатыря) увеличиваютъ количество выдѣляющейся мочевины (и мочевой кислоты у птицъ); а введеніе въ тѣло сильныхъ кислотъ, наоборотъ, уменьшаетъ его (у плотоядныхъ и всеядныхъ), увеличивая на счетъ мочевины количество амміака въ мочѣ Отсюда естественно возникла мысль, что одною

изъ предпослѣднихъ ступеней превращеній въ тѣлѣ азотистой половины бѣлковой частицы въ мочевину служатъ амміачныя соли, и скорѣе всего углекислый амміакъ. Тогда дѣйствіе введенныхъ въ тѣло сильныхъ кислотъ объяснялось бы очень просто: завладѣвая амміакомъ, какъ предпослѣдней ступенью бѣлковаго превращенія, онѣ мѣшаютъ переходу его въ послѣднюю ступень (мочевину) и выводятся изъ тѣла въ видѣ амміачныхъ солей.

На этихъ основаніяхъ Шрёдеръ пробовалъ пропускать кровь съ примѣсью углекислаго амміака черезъ почки мышцы и печень. Въ результатѣ получилось явное увеличеніе количества мочевины только въ крови, протекшей черезъ послѣднюю.

Поэтому, если бы можно было допустить, что вся мочевина въ тѣлѣ млекопитающаго образуется изъ углекислаго амміака, то мѣстомъ ея окончательнаго превращенія была бы печень. Но по цифровымъ даннымъ Шрёдеровскихъ опытовъ допустить этого нельзя.

Поэтому внѣпочечное образованіе мочевины у млекопитающихъ доказывается не столько положительными результатами опытовъ надъ печенью, сколько отрицательными надъ почками.

Кромѣ мочевины и мочевой кислоты внѣпочечное происхожденіе доказано еще для слѣдующихъ составныхъ частей мочи: для одного изъ ея пигментовъ—уробилина, который образуется изъ билирубина въ кишкахъ; для ряда ароматическихъ веществъ, возникающихъ тоже въ кишкахъ, какъ продукты гнилостнаго разложенія бѣлковъ (и сочетающихся съ сѣрной кислотой въ печени?); для креатинина, образующагося изъ креатина пищевого мяса и, наконецъ, для выдѣляющихся мочею въ неизмѣненномъ видѣ вкусовыхъ веществъ мяса. Если присоединить ко всему этому факты выведенія мочею въ неизмѣненномъ видѣ цѣлаго ряда постороннихъ для тѣла (лекарственныхъ) растворимыхъ

веществъ, то внѣпочечное происхожденіе всѣхъ составныхъ частей мочи (за исключеніемъ гиппуровой кислоты у травоядныхъ, см. ниже) можно считать доказаннымъ

Итакъ, мочею выводится вода и азотистые продукты распада бѣлковыхъ веществъ. Въ голодѣ матеріаломъ мочи служатъ, не исключая и ея воды, разлагающіяся ткани; а при нормальныхъ условіяхъ питанія главнымъ, но не исключительнымъ, матеріаломъ для мочи служитъ пища. Будучи поставлено рядомъ съ дыханіемъ животнаго кожею и легкими, мочеотдѣленіе является равнозначнымъ съ ними актомъ—дыханіемъ выводится изъ тѣла углеродъ, водородъ и кислородъ органическихъ веществъ. а мочею—азотъ. сѣра и фосфоръ. Дыханіемъ выводятся преимущественно продукты сгоранія безазотистыхъ веществъ пищи и тѣла, а мочею продукты распада той половины бѣлковой частицы, которая содержитъ весь азотъ

Анатомы по сіе время ставятъ рядомъ съ только-что описанными железами органы, похожіе на нихъ по внѣшнему виду, но не имѣющіе выводныхъ протоковъ, и называютъ ихъ въ отличіе отъ первыхъ ложными железами. Прилагательное „ложныя“ было бы вполнѣ законно, если бы дѣятельность настоящихъ железъ исчерпывалась приготовленіемъ выдѣляемыхъ ими соковъ; если бы, наприм., печень вѣдала однимъ приготовленіемъ желчи, панкреатическая железа выдѣленіемъ своихъ ферментовъ и пр. Но на дѣлѣ этого нѣтъ. Оказывается именно, что внутри нѣкоторыхъ настоящихъ и ложныхъ железъ образуются вещества, не переходящія въ первыхъ въ ихъ выводные протоки, но тѣмъ не менѣе не находящіяся готовыми въ крови, подобно слизи, пищеварительнымъ ферментамъ и т. п. Кромѣ того, и тамъ и здѣсь вещества эти, разъ образовавшись, не остаются въ железѣ, а поступаютъ отсюда въ лимфатическую или кро-

веносную систему и оказываютъ положительныя услуги тѣлу. Этою стороною функціональная разница между настоящею и ложною железою. очевидно. сглаживается. Не все ли равно поступаетъ ли вырабатываемое служебное вещество въ полость тѣла наружу или въ кровь—это детали, важенъ фактъ существованія цѣлой системы органовъ, приготовляющихъ различныя вещества на пользу тѣла. Съ этой точки зрѣнія лимфатическую железу, какъ органъ, вырабатывающій лейкоцитовъ, очевидно, можно поставить рядомъ съ любой настоящей железой Съ этой же точки зрѣнія слѣдуетъ смотрѣть и на явленія, къ описанію которыхъ я приступаю.

Печень не есть железа. приготовляющая одну желчь, она приготовляетъ, кромѣ того, гликогенъ, вещество, похожее на крахмалъ, и мѣстомъ его образованія служатъ печеночныя клѣтки Это узнается изъ отсутствія гликогена въ крови и присутствія его въ клѣткахъ, констатируемаго микроскопомъ. Съ этой цѣлью сравниваютъ разрѣзы печени отъ голодающаго и кормленаго животнаго; въ клѣткахъ послѣдняго глазъ прямо видитъ отложенное вещество, окрашивающееся іодомъ въ красный цвѣтъ, тогда какъ въ клѣткахъ голодающаго такого вещества нѣтъ.

Только-что сказаннымъ фактомъ отсутствія у голодающаго животнаго гликогена въ печени пользуются ради того, чтобы узнать. изъ какого рода пищи образуется гликогенъ Такіе опыты показываютъ, что онъ можетъ образоваться изъ всѣхъ трехъ представителей пищевыхъ веществъ; но всего обильнѣе при смѣшанной пищѣ изъ бѣлковъ и способныхъ къ броженію углеводовъ.

Нѣтъ сомнѣнія, что гликогенъ служитъ тѣлу или горючимъ, или рабочимъ матеріаломъ, потому что исчезаетъ изъ печени при охлажденіи тѣла, при голодѣ и при усиленной мышечной дѣятельности. Вѣроятно, и при нормальныхъ условіяхъ онъ расходуется, мало-по-малу, въ томъ же

направленіи, но соотвѣтственно этому и образованіе его въ железѣ должно идти непрерывно

При своемъ исчезаніи изъ печени гликогенъ можетъ уноситься изъ нея только лимфой или кровью; но его ни здѣсь, ни тамъ никогда не находятъ; значитъ въ кровь (или лимфу) онъ поступаетъ превращеннымъ. Съ другой стороны опыты показываютъ, что кровь, оттекающая отъ печени, богаче виноградным сахаромъ, чѣмъ кровь воротной вены, и въ свѣжей печени, рядомъ съ гликогеномъ, всегда находятъ нѣкоторое количество сахара. Поэтому большинство физіологовъ думаетъ, что передъ поступленіемъ въ кровь гликогенъ превращается въ сахаръ.

Всякому конечно извѣстна хоть по наслышкѣ болѣзнь, извѣстная подъ именемъ діабета или сахарнаго мочеизнуренія Въ этой болѣзни, соотвѣтственно значительному выдѣленію сахара мочею (оно доходитъ иногда до 10%) происходитъ усиленное развитіе его въ печени. Діабетъ можно вызывать у животныхъ искусственно; и въ этомъ направленіи существуетъ множество опытовъ. Тѣмъ не менѣе значеніе гликогенной функціи пока еще очень темно. Если принять во вниманіе даже все количество гликогена въ тѣлѣ (2—3% по вѣсу въ печени и 0,5% въ мышцахъ), то какъ запасъ рабочаго матеріала, расходуемый лишь въ экстренныхъ случаяхъ, онъ имѣлъ бы мало значенія, по тому что количество это едва ли превышаетъ, въ среднемъ, 200 грм. [1]). Другое дѣло если бы можно было допустить, что безазотистыя вещества пищи должны пройти черезъ форму гликогена, чтобы служить рабочимъ процессамъ въ мышечной ткани; но для этого нѣтъ твердыхъ опытныхъ основаній.

---

[1]) Считая вѣсъ тѣла равнымъ 70 кило; вѣсъ мускулатуры 40% вѣса тѣла и, наконецъ, вѣсъ печени равнымъ 1.500 грм.

Печени, въ виду ея положенія на пути веществъ, поступающихъ въ кровь изъ пищеварительнаго канала, невольно приписываютъ значеніе очистительнаго фильтра для крови, такъ сказать, загрязненной продуктами пищеваренія. Возможно, что такое значеніе имѣетъ образованіе въ печени желчныхъ кислотъ, выдѣленіе съ желчью воды, временная задержка въ ея ткани многихъ случайно вводимыхъ въ тѣло тяжелыхъ металловъ и, наконецъ, превращеніе ядовитыхъ солей амміака въ безвредную мочевину. Но между всѣми фактами послѣдняго рода самымъ поразительнымъ является открытіе Павлова и Ненцкаго на собакахъ, оперированныхъ по способу Экка (отведеніе желудочно-кишечной крови въ обходъ печени). Они нашли именно, что для такихъ собакъ мясная пища ядъ. Они даже иногда умираютъ отъ нея въ припадкахъ остраго отравленія.

Почка не есть только фильтръ для веществъ крови; въ ея ткани развивается (у собаки) одна изъ составныхъ частей мочи, именно гиппуровая кислота. Давно уже было извѣстно, что принятая внутрь бензойная кислота сочетается въ тѣлѣ съ гликоколемъ (съ выдѣленіемъ воды) и выдѣляется мочею въ видѣ гиппуровой кислоты; но мѣсто, гдѣ происходитъ это сочетаніе, узнали сравнительно недавно, и именно на собакѣ. Съ этой цѣлью почки исключались перевязкой сосудовъ изъ круга кровеобращенія, и тогда впрыснутыя въ кровь обѣ составныя части гиппуровой кислоты (бензойная и гликоколь) не сочетались другъ съ другомъ. Когда же кровь съ примѣсью обоихъ веществъ пропускалась черезъ почку только-что убитаго животнаго, то въ оттекающей крови всегда находили гиппуровую кислоту. Нѣтъ сомнѣнія, что у человѣка и плотоядныхъ исходнымъ сырымъ матеріаломъ для обѣихъ составныхъ частей мочи служитъ бѣлокъ съ его дериватами. У травоядныхъ же матеріаломъ для бензойной кислоты служатъ надземныя части растеній, ягоды и плоды. Для кролика,

впрочемъ, доказано, что въ его тѣлѣ мѣстомъ образованія гиппуровой кислоты служитъ не одна почка.

За послѣдніе годы, именно съ того времени, какъ Броунъ-Секаръ опубликовалъ свои наблюденія касательно оживляющаго дѣйствія на организмъ человѣка веществъ, заключенныхъ въ сѣменной железѣ, стали дѣлать экстракты изъ щитовидной железы, селезенки, простатической и надпочечныхъ железъ, изъ краснаго костнаго мозга и пр. съ цѣлью изученія ихъ дѣйствія на животный организмъ. Для нѣкоторыхъ изъ этихъ экстрактовъ (именно для экстрактовъ изъ щитовидной и надпочечныхъ железъ) уже получились нѣкоторые опредѣленные результаты; но дѣло это еще слишкомъ ново, чтобы о немъ распространяться.

Пластическіе процессы въ тѣлѣ.

Читателю уже извѣстны тѣ общія основанія, которыя заставляютъ науку принять существованіе въ тѣлѣ разрушенія и возстановленія тканей: это, съ одной стороны непрочность, легкая разрушаемость матеріаловъ, изъ которыхъ выстроено тѣло, съ другой — продолжительность существованія притомъ въ неизмѣнномъ видѣ, этихъ самыхъ тканей. Сверхъ этого общаго основанія мы знаемъ теперь, что къ тканямъ тѣла существуетъ постоянный притокъ вдыхаемаго кислорода, и что въ тѣлѣ постоянно развивается теплота; а это новыя данныя, чтобы принять существованіе разрушеній въ тѣлѣ, потому что эти условія, какъ показываетъ ежедневный опытъ, способствуютъ разрушенію веществъ животнаго тѣла. Наконецъ мы знаемъ, что исчезаніе кислорода изъ крови волосныхъ сосудовъ происходитъ подъ непремѣннымъ вліяніемъ тканей тѣла; и при этомъ все равно, исчезаетъ ли онъ, выходя изъ крови и соединяясь химически съ веществами тканей, или, наоборотъ, изъ послѣд-

нихъ выдѣляются въ кровь вещества. жадно соединяющіяся съ кислородомъ кровяныхъ шариковъ,—то и другое было бы невозможно, еслибъ въ тканяхъ не происходило постоянныхъ превращеній

Итакъ, разрушеніе должно существовать въ тѣлѣ

Но въ какой формѣ оно происходитъ и какими вообще внѣшними признаками выражается: образуются ли въ тканяхъ грубыя прорѣхи, доступныя непосредственному наблюденію; или фокусы разрушенія въ каждомъ данномъ мѣстѣ тѣла имѣютъ микроскопическіе размѣры; или же, наконецъ, разрушеніе никогда не доходитъ до полнаго уничтоженія микроскопическихъ тканевыхъ элементовъ. и послѣдніе претерпѣваютъ измѣненія лишь въ томъ отношеніи что они, постоянно выдѣляя изъ себя продукты собственныхъ превращеній, въ то же самое время получаютъ изъ крови вещества, пополняющія эти потери? При послѣднемъ взглядѣ на дѣло, надъ каждымъ микроскопическимъ элементомъ ткани въ отдѣльности, очевидно, повторялся бы, въ дѣлѣ обмѣна веществъ, тотъ самый циклъ процессовъ, какой замѣчается на цѣломъ организмѣ: притокъ крови къ элементу соотвѣтствовалъ бы процессамъ поступленія пищи и кислорода въ цѣльный организмъ: превращеніе этихъ веществъ въ элементѣ и организмѣ составляло бы всю интимную сторону жизни обоихъ; наконецъ выдѣленіе элементомъ продуктовъ своихъ превращеній въ кровь и лимфу (прошу не забывать, что элементы тканей приходятъ съ этими жидкостями въ болѣе или менѣе непосредственное соприкосновеніе) соотвѣтствовало бы процессамъ выбрасыванія мочи, пота, угольной кислоты и пр. цѣльнымъ организмомъ. Если остановиться на минуту на этой мысли, какъ на возможности, и представить себѣ, что все животное тѣло есть ничто иное, какъ сочетаніе многихъ билліоновъ такихъ элементовъ. тогда весь вещественный обмѣнъ цѣльнаго организма могъ бы быть разсматриваемъ какъ общій

итогъ билліоновъ частныхъ вещественныхъ превращеній въ сферѣ тканевыхъ элементовъ.

Но возвратимся къ дѣлу. Изъ трехъ поставленныхъ выше вопросовъ одинъ только первый допускаетъ опытную провѣрку притомъ съ виду очень легкую, такъ какъ дѣлать искусственныя прорѣхи въ тканяхъ не трудно, а затѣмъ остается только слѣдить за процессомъ ихъ заживленія.

Такихъ наблюденій собрано въ патологіи множество и они показываютъ, что въ сложныхъ тканяхъ раны, даже незначительныя, заживаютъ рубцами изъ соединительной ткани безъ возстановленія специфическаго строенія разрушеннаго мѣста. Исключеніе составляютъ во-первыхъ кровеносные сосуды и (при извѣстномъ условіи) кости. Они способны возстановляться вполнѣ. Такъ, если вырѣзать у живого животнаго кусокъ кости, сохранивъ ту тонкую перепонку, которая обволакиваетъ каждую кость и называется надкостною плевою, то потеря костнаго вещества возстановляется. Ногти растутъ, какъ волосы, съ корня;—покуда послѣдній цѣлъ, возстановленіе возможно. То же и съ эпителіями, для которыхъ такъ называемый Мальпигіевъ слой составляетъ эквивалентъ ногтеваго корня. Способностью возстановляться отличаются еще нервы; но возстановленіе длится очень долго, и все это время въ органѣ, связанномъ съ пораненымъ нервомъ, замѣчаются параличи

Если сопоставить эти факты съ отсутствіемъ рубцовъ въ здоровыхъ органахъ и отсутствіемъ хотя бы временныхъ параличей движенія и чувствованія при нормальномъ ходѣ жизни, то дѣлается несомнѣннымъ, что разрушеніе не можетъ происходить съ образованіемъ грубыхъ прорѣхъ въ тканяхъ. Въ нѣкоторыхъ частяхъ центральной нервной системы, особенно въ продолговатомъ мозгу, прорѣха величиною уже съ булавочную головку причиняла бы страшныя разстройства.

Но отсюда еще не слѣдуетъ, чтобы образованія прорѣхъ

но было вовсе. Не нужно забывать что въ тканяхъ элементы имѣютъ микроскопическіе размѣры и лежатъ такъ скученно, что искусственныя и патологическія разрушенія, какъ бы малы они ни были, губятъ многія тысячи или даже милліоны элементовъ разомъ. Можно ли, напр., удивляться что въ рубцахъ кожи нѣтъ ни сальныхъ, ни потовыхъ железокъ, ни волосныхъ луковицъ?—каждая попавшая въ сферу разрушенія железка есть цѣльный отдѣльный органъ, эквивалентный печени, почкѣ; слѣдовательно, разрушить ее то же самое что отрѣзать, напр., руку. Разрушенія въ сферѣ продолговатаго мозга величиною въ булавочную головку могутъ дѣйствительно быть смертельны, но слѣдуетъ ли отсюда, что разрушенія $^1/_{1000}$ этого пространства будутъ замѣтны. И съ нервами то же. Когда перерѣзанъ весь нервный стволъ разомъ, параличъ рѣзокъ; но когда изъ нѣсколькихъ тысячъ составляющихъ его волоконъ перерываются физіологически въ отдаленные промежутки времени по два, по три волокна, замѣтить параличъ невозможно. Разрушеніе можетъ проходить безнаказанно, лишь бы оно происходило въ микроскопическихъ фокусахъ, т. е. въ отдѣльныхъ тканевыхъ элементахъ, и разсѣянно; а это возможно, потому что элементы тканей не связаны непосредственно другъ съ другомъ.

Но эти же самыя условія дѣлаютъ понятнымъ, что если физіологическое разрушеніе живыхъ тканей и существуетъ, наблюдать его прямо подъ микроскопомъ на компактныхъ органахъ и тканяхъ вовсе невозможно, а на тонкихъ, прозрачныхъ перепонкахъ только случайно, не методически, притомъ не прямымъ констатированіемъ прорѣхъ, а скорѣе косвенными признаками ихъ существованія, напр., прохожденіемъ черезъ нихъ твердыхъ тѣлецъ, пузырьковъ воздуха и т. п. Если смотрѣть на дѣло такимъ образомъ,—а смотрѣть иначе невозможно,—то, по моему мнѣнію, сразу становятся понятными слѣдующія три наблюденія, не мало вол-

нующія и по сіе время физіологовъ: фактъ выступленія бѣлыхъ кровяныхъ шариковъ изъ полости кровеносныхъ сосудовъ; появленіе красныхъ шариковъ крови въ лимфѣ, и, наконецъ, констатированное лишь въ послѣдніе мѣсяцы [1]) прохожденіе пузырьковъ воздуха черезъ стѣнку легкаго въ полость плевры и кровяную полость легочной артеріи. Выступленіе бѣлыхъ шариковъ черезъ стѣнки кровяныхъ сосудовъ можно видѣть прямо, разостлавъ подъ микроскопомъ прозрачную брыжейку кролика. Но даже при этомъ ненормальномъ условіи для ткани выхожденіе начинается не тотчасъ, а нѣкоторое время спустя: и это обстоятельство справедливо заставило думать физіологовъ, что въ дѣло замѣшивается ненормальное состояніе стѣнокъ кровяныхъ сосудовъ, вслѣдствіе охлажденія ткани, соприкосновенія ея съ воздухомъ и прочихъ вліяній, сумма которыхъ ведетъ къ застоямъ крови и началу воспалительныхъ процессовъ. Какъ бы въ подкрѣпленіе къ послѣднему мнѣнію вскорѣ явились наблюденія надъ выхожденіемъ красныхъ шариковъ черезъ стѣнки сосудовъ на плавательной перепонкѣ заднихъ ногъ у лягушки, при условіи, когда подъ кожу наблюдаемой ноги впрыснуть растворъ поваренной соли. Здѣсь ненормальность стѣнокъ уже очевидна. Однако дѣло на этомъ не остановилось. Въ соединительной ткани и эпителіяхъ у живыхъ животныхъ найдено было существованіе такъ называемыхъ бродячихъ клѣтокъ, или тѣхъ же бѣлыхъ шариковъ, обладающихъ, какъ мы знаемъ амебообразною подвижностью. Здѣсь выступленіе тѣлецъ за предѣлы лимфатическихъ или кровяныхъ полостей совершилось, очевидно, раньше, чѣмъ ткань была разостлана подъ микроскопомъ, слѣдовательно явленіе произошло при нормальныхъ условіяхъ. То же и съ красными шариками въ

---

[1]) Послѣднее относится ко времени появленія перваго изданія этой книги

*

лимфѣ — фактъ наблюдается безъ малѣйшаго насилованія тѣхъ мѣстъ, гдѣ можетъ происходить переходъ содержимаго кровяныхъ сосудовъ въ лимфу (переходъ этотъ какъ мы знаемъ, всего возможнѣе тамъ, гдѣ волосной кровяной сосудъ лежитъ, такъ сказать, прямо въ лимфатической трещинѣ). Столько же несомнѣнна, наконецъ, и нормальность легочной ткани въ тѣхъ опытахъ, когда наблюдалось прохожденіе черезъ нея пузырьковъ воздуха. При этомъ случаѣ было дознано, что прорѣхи въ легкомъ должны имѣть чрезвычайно ничтожные размѣры, въ сравненіи съ искусственными прорѣхами при помощи самыхъ острыхъ орудій; именно существованіе ихъ начинало обнаруживаться, только начиная съ извѣстныхъ величинъ напряженія продавливаемаго газа. Важнѣе же всего слѣдующая сторона наблюденій надъ легкими: оказалось, во-первыхъ, что прорѣхи констатировать легче при болѣе слабомъ и продолжительномъ продавливаніи воздуха, чѣмъ при значительно сильнѣйшемъ, но короткомъ; во-вторыхъ, что при слабыхъ давленіяхъ, какія существуютъ въ легкомъ и нормально, у собакъ прорѣхи обнаруживаются лишь въ теченіе 2—3 часовъ, у кроликовъ въ теченіе 1—1½ часа, а у кошекъ не менѣе чѣмъ въ 5. Не ясно ли, что это не преформированныя постоянныя отверстія, а прорѣхи, образующіяся лишь по временамъ то въ томъ, то въ другомъ мѣстѣ?

Объясненіе всѣхъ этихъ фактовъ съ точки зрѣнія нормальнаго образованія въ тканяхъ микроскопическихъ разрушеній, не говоря уже о его простотѣ и правдоподобіи, подкрѣпляется тѣмъ обстоятельствомъ, что по самому смыслу дѣла на возможность констатировать прорѣхи можно было разсчитывать напередъ именно въ стѣнкахъ кровяныхъ сосудовъ и въ стѣнкахъ легкаго, какъ самыхъ тонкихъ перепонкахъ, — въ мѣстахъ, гдѣ они дѣйствительно и найдены, и при томъ безъ всякой предвзятой мысли въ этомъ

направленіи, такъ какъ никому еще не приходило въ голову объяснять ихъ съ приведенной точки зрѣнія.

Помимо этихъ фактовъ полное разрушеніе доказано прямо только для эпителіевъ, выстилающихъ поверхность кожи и слизистыхъ оболочекъ. На кожѣ оно обнаруживается (особенно рѣзко на головѣ) образованіемъ шелухи, въ которой микроскопъ прямо открываетъ высохшія эпителіальныя клѣтки рогового покрова. Однако и здѣсь, не смотря на треніе, кожица спадаетъ не цѣлымъ слоемъ, а разсѣянными островками: оттого шелушеніе и происходитъ понемногу и непрерывно. Такимъ же попеременнымъ умираніемъ и возстановленіемъ вновь потеряннаго поддерживается цѣлость рѣсницъ. Кто не знаетъ, какъ часто онѣ выпадаютъ поодиночкѣ, а между тѣмъ число ихъ на вѣкахъ остается съ виду неизмѣннымъ.

О третьей теоретически-возможной формѣ существованія живыхъ тканей, при которой элементы ихъ не разрушаются, говорить нечего, такъ какъ она доказывалась бы отрицательно—положительнымъ отсутствіемъ разрушеній въ видѣ прорѣхъ.

Такими же трудностями обставлено наблюденіе возстановленія физіологическихъ потерь въ тканяхъ, хотя не найдется скептика, который сомнѣвался бы въ возможности зарастанія микроскопическихъ прорѣхъ, въ виду присущей тканямъ способности расти, т.-е. увеличиваться въ объемѣ не увеличеніемъ размѣровъ элементовъ, а умноженіемъ ихъ числа, т. е. нарожденіемъ новыхъ. Правда, способность эта присуща тканямъ преимущественно въ тотъ періодъ жизни когда животное растетъ; но она не отсутствуетъ и въ зрѣломъ возрастѣ. Такъ, отъ гимнастики и у взрослаго увеличивается въ мышцахъ число волоконъ; при ожирѣніи и у взрослаго, соотвѣтственно увеличенію объема тѣла, растетъ кожа. Кромѣ того, изслѣдованіе не открываетъ абсолютно никакихъ разницъ въ тканяхъ между растущимъ молодымъ

и остановившимся въ ростѣ зрѣлымъ организмомъ. Наконецъ заростаніе сравнительно грубыхъ прорѣхъ безъ рѣзкихъ признаковъ воспаленія и безъ нагноенія, указывая на возможность вполнѣ физіологическихъ заживленій, когда прорѣхи микроскопичны, выясняетъ одно изъ основныхъ условій пластическихъ процессовъ вообще. Пластическая дѣятельность развивается именно въ окружности фокусовъ разрушенія и всегда выражается какимъ-то возбужденнымъ состояніемъ сосѣднихъ съ разрушеніемъ частей. Чѣмъ меньше разрушеніе, тѣмъ покойнѣе идетъ процессъ заживленія и тѣмъ ограниченнѣе сфера раздраженія. Другими словами, пластика есть процессъ чисто мѣстный, и дѣятелями въ немъ могутъ быть только тканевые элементы, непосредственно окружающіе фокусъ разрушенія, да притокъ съ кровью пластическаго матеріала.

Такова сущность патологическихъ показаній. Если же къ нимъ присоединить требованіе одного изъ основныхъ законовъ біологіи, по которому организація не можетъ происходить иначе, какъ путемъ размноженія клѣточныхъ элементовъ, то выходило бы, что выполненіе физіологическихъ прорѣхъ должно совершаться размноженіемъ тѣхъ элементовъ, которые окружаютъ фокусы разрушенія.

Примѣрами такого способа сохраненія тканей можетъ служить ростъ волосъ, ногтей и поддержка цѣлости рогового покрова нашей кожи. На послѣднемъ я остановлюсь нѣсколько подробнѣе, такъ какъ онъ представляетъ естественный переходъ отъ пластики къ отдѣленіямъ. По результату, какъ возстановленіе потерь ткани, этотъ процессъ пластическій, по формѣ же происхожденія онъ всецѣло принадлежитъ въ область отдѣлительныхъ актовъ.

Въ присутствіи роговой покрышки на кожѣ убѣдиться очень легко. Каждый разъ, какъ на кожѣ образуется водянистый пузырь отъ тренія (водяная мозоль), ожога или отъ шпанской мушки, съ поверхности кожи поднимается филь-

грующеюся изъ крови жидкостью именно этотъ роговой полупрозрачный и нисколько не чувствительный слой. При химическомъ изслѣдованіи онъ показываетъ составъ рога (отсюда и названіе), а подъ микроскопомъ является сочетаніемъ сплющенныхъ клѣточекъ, склеенныхъ между собою въ тонкую пластинку. Этотъ слой подверженъ непрерывному разрушенію. На головѣ оно видно изъ извѣстнаго всякому шелушенія кожи причемъ роговая покрышка отпадаетъ маленькими кусками (это показываетъ микроскопъ); но тотъ же процессъ происходитъ и на всей поверхности тѣла, и если онъ ускользаетъ отъ насъ, то потому только, что отпадающія чешуйки постоянно стираются платьемъ. И не смотря на столь постоянное разрушеніе этотъ тонкій слой во всю жизнь не стирается!

Такой результатъ достигается процессомъ очень простымъ съ форменной стороны, если не останавливаться на деталяхъ, но очень темнымъ по сущности. Дѣло здѣсь вотъ въ чемъ. Роговая покрышка кожи, какъ показываетъ микроскопъ, выстроена не въ одинъ слой, а въ нѣсколько. Клѣтки верхняго слоя отличаются тѣмъ, что онѣ сухи, сильно сплющены, не заключаютъ въ себѣ зерна и, наконецъ, представляютъ въ химическомъ отношеніи исключительно роговыя реакціи. По мѣрѣ углубленія клѣтокъ, эти характеры мало-по-малу сглаживаются, уступая мѣсто другимъ признакамъ: клѣтки становятся сочнѣе, менѣе сплюснуты, заключаютъ явственное зерно и съ химической стороны представляютъ явственныя бѣлковыя реакціи. Такъ какъ это повторяется на всѣхъ безъ исключенія точкахъ кожной поверхности, то изъ описанной картины и выводится слѣдующее общее представленіе о процессѣ: потери эпителіальнаго слоя происходятъ постоянно съ свободной поверхности, и черезъ это онъ постоянно теряетъ въ толщину; но снизу, путемъ размноженія клѣтокъ самаго молодого слоя, потеря эта постоянно пополняется; оттого толщина слоя остается неиз-

мѣнной Нижнiе слои суть постоянные производители новыхъ генерацiй клѣтокъ, и жизнь каждой клѣтки заключается въ томъ, что. произведя потомство, она переходитъ изъ самаго нижняго слоя въ ближайшiй верхнiй, при слѣдующей генерацiи приближается къ свободной поверхности еще ближе и претерпѣваетъ при этомъ роговую метаморфозу. Самый верхнiй слой есть уже отжившiй. и спаденiе клѣтокъ соотвѣтствуетъ ихъ смерти. Что касается до вопроса какимъ образомъ изъ бѣлка дѣлается рогъ то онъ остается пока неразрѣшимымъ; впрочемъ, эту участь раздѣляютъ съ нимъ всѣ вообще вопросы о химическихъ превращенiяхъ внутри животныхъ клѣтокъ, такъ какъ химiи до сихъ поръ не удается искусственное произведенiе этихъ натуральныхъ процессовъ.

Изъ этого бѣглаго очерка читатель видитъ, какою непроглядною тьмою окруженъ до сихъ поръ весь вопросъ о сохраненiи цѣлости тканей. Проводимая въ немъ мысль. что цѣлость поддерживается пополненiемъ дѣйствительныхъ разрушенiй, основана болѣе на общихъ основанiяхъ, чѣмъ на фактахъ непосредственнаго наблюденiя. Умъ нашъ трудно мирится съ мыслью, чтобы элементы тканей при ихъ территорiальной независимости другъ отъ друга, микроскопичности размѣровъ и химической неустойчивости вещества, изъ котораго выстроены, могли жить десятки лѣтъ; притомъ не тотъ ли же принципъ замѣны отживающихъ поколѣнiй новыми лежитъ въ основѣ сохраненiя всѣхъ органическихъ формъ вообще?

Животная теплота.

Человѣка, млекопитающихъ и птицъ, въ отличіе отъ всѣхъ прочихъ животныхъ книзу, называютъ теплокровными. У нихъ кровь и внутреннія части тѣла имѣютъ постоянно температуру между 37° и 40° Ц. все равно, живетъ ли животное подъ экваторомъ или подъ полюсами Понятно. что въ умѣренныхъ поясахъ тѣло теплокровнаго животнаго почти всегда согрѣто болѣе, чѣмъ окружающій его воздухъ; слѣдовательно оно должно терять постоянно тепло подобно всякому согрѣтому тѣлу, окруженному менѣе согрѣтой средой. И тѣмъ не менѣе температура (т.-е степень согрѣтости) его тѣла остается неизмѣнной! Загадка эта разрѣшается очень просто. Тѣло теплокровнаго животнаго въ каждый промежутокъ времени производитъ какъ разъ столько же тепла, сколько его теряетъ. Отсюда естественно возникаетъ слѣдующій рядъ вопросовъ.

Откуда берется тепло въ животномъ тѣлѣ?

Какъ великъ тепловой приходъ у человѣка за сутки?

Какъ распредѣлено тепло между различными частями его тѣла?

Какими путями расходуется тепло?

Какимъ образомъ поддерживается равенство между тепловымъ приходомъ и расходомъ, не смотря на значительныя колебанія температуры окружающаго воздуха?

Съ главными источниками животной теплоты мы уже познакомились, говоря о дыханіи. Это суть процессы окисленія органическихъ веществъ пищи, бѣлковъ, жировъ и

углеводовъ, соотвѣтствующіе полному сгоранію двухъ послѣднихъ и такому же сгоранію той части разложившагося бѣлка, которая остается послѣ отщепленія отъ бѣлковой частицы (главнымъ образомъ) мочевины. Сравнительно съ этимъ источникомъ тепла, всѣ другіе случаи развитія его, вытекающіе изъ химическихъ превращеній веществъ въ тѣлѣ [1]) такъ ничтожны, что ихъ можно совсѣмъ не принимать въ расчетъ.

Черезъ это рѣшеніе втораго вопроса, сколько тепла образуется въ тѣлѣ за сутки, чрезвычайно упрощается. Если, въ самомъ дѣлѣ, источникомъ тепла служитъ сгораніе въ тѣлѣ перечисленныхъ выше веществъ, то стоитъ только опредѣлить, сколько человѣкъ потребляетъ въ сутки съ пищей бѣлка, жира, углевода, и далѣе узнать, сколько тепла развивается при искусственномъ сгораніи извѣстнаго вѣсового количества того, другого и третьяго изъ этихъ веществъ, чтобы вопросъ былъ рѣшенъ.

Какъ же, однако, измѣрять количество тепла? Тепло не имѣетъ ни протяженности, ни вѣса. Мѣряютъ его условной мѣрой, и за единицу, называемую малой каloріей принимаютъ количество тепла, потребное для согрѣванія 1 грамма воды на 1° Ц. Когда же приходится измѣрять, какъ въ нашемъ случаѣ, большія количества тепла, то удобнѣе употреблять такъ называемую большую калорію (Cal.), которая въ 1000 разъ больше малой (cal.) и соотвѣтствуетъ

[1]) Напримѣръ, случаи бродильныхъ процессовъ въ кишкахъ, соединенія щелочей крови и лимфы съ развивающимися въ тканяхъ кислотами и пр. Къ этому нужно прибавить, что всѣ такъ называемыя внутреннія работы въ тѣлѣ, напр., передвиженіе крови, дыхательныя движенія и движенія желудочно-кишечнаго канала тоже превращаются въ тепло; но послѣднее не принимается въ расчетъ, потому что на эти работы было затрачано какъ разъ столько же энергіи изъ окислительныхъ процессовъ, сколько ее вернулось въ формѣ тепла.

количеству тепла, согрѣвающаго 1 килограммъ воды (1000 граммовъ) на 1° Ц. Опредѣленіе же теплотъ сгоранія пищевыхъ веществъ дѣлается посредствомъ дѣйствительнаго сожиганія ихъ (въ атмосферѣ сгущеннаго кислорода). Этимъ путемъ (съ поправками) найдено, что

1 грм	бѣлка	даетъ	4,1 Cal.
1 „	жира	„	9,3 „
1 „	углев	„	4,1 „

Такимъ образомъ, если принять (какъ средній выводъ изъ многочисленныхъ наблюденій), что взрослый человѣкъ въ 70 кило вѣсомъ потребляетъ въ сутки съ пищей

100 грм бѣлка = 410 Cal.
80 „ жира = 744 „
300 „ углев. = 1230 „

то выходитъ, что за сутки тѣло такого человѣка производитъ круглымъ числомъ

2400 Cal. = 2400000 cal.
или около 35 Cal на 1 кило тѣла.

Если представить себѣ на минуту тѣло человѣка охладившимся до 0°, то это количество тепла было бы достаточно, чтобы согрѣть его до 37,5° Ц., т.-е. до нормальной температуры тѣла [1]), и дать излишекъ только въ 200 Cal. на повседневныя работы нетрудовой жизни.

Легко понять, что тепловой приходъ, стоя въ прямой зависимости отъ количества принимаемой пищи зависитъ косвенно отъ индивидуальныхъ потребностей въ послѣдней. Въ этомъ отношеніи особенно поучительно сравненіе явленій въ зрѣломъ и дѣтскомъ возрастѣ и случай голоданія. Ребенокъ ѣстъ, конечно, меньше взрослаго человѣка, и тѣло его развиваетъ соотвѣтственно меньшее абсолютное количество тепла. Но если отнести величины послѣдняго въ томъ

---

[1]) Въ основу этого расчета принята теплоемкость человѣческаго тѣла, равная 0,83. Поэтому $70 \times 37,5 \times 0,83 = 2178$ Cal.

и другомъ случаѣ къ единицѣ вѣса тѣла (напр. высчитать теплоту на 1 кило тѣла), то на сторонѣ ребенка окажется очень значительный перевѣсъ надъ взрослымъ. Дѣло въ томъ, что тепловыя потери, сравнительно съ массою тѣла, у ребенка гораздо больше, чѣмъ у взрослаго [1]), а температура тѣла у обоихъ одинакова. Значитъ, у ребенка въ каждой точкѣ его тѣла должно образовываться больше тепла чѣмъ у взрослаго, для покрытія сравнительно бо̀льшихъ потерь. Отсюда уже явно слѣдуетъ, что вообще человѣкъ и животное должны ѣсть тѣмъ больше чѣмъ сильнѣе потери тепла съ кожи. Оттого, сравнительно со взрослымъ, ребенокъ ѣстъ больше; оттого же на холоду и человѣкъ, и животныя ѣдятъ больше, чѣмъ въ теплѣ.

Послѣ этого читатель можетъ подумать въ первую минуту, что въ случаѣ голода, длящагося болѣе одного дня, должно произойти одно изъ двухъ: или сильно упасть температура тѣла при продолжающихся тепловыхъ потеряхъ въ прежнемъ объемѣ, или, наоборотъ, значительно сократиться послѣднія. Ни того, ни другого, однако, не бываетъ,—и температура тѣла и величина тепловыхъ потерь чувствительно не измѣняются. Происходитъ это потому, что голодающій продолжаетъ, какъ сытый, выдыхать угольную кислоту и воду легкими и кожей, а мочею выводить мочевину, мочевую кислоту и пр. Значитъ, въ его тѣлѣ происходитъ такое же разложеніе веществъ, какъ у сытаго, съ тою лишь разницею, что у послѣдняго главнымъ матеріаломъ для разложенія служитъ пища, а у голодающаго бѣлки, углеводы и жиръ его собственнаго тѣла. Во время голода человѣкъ худѣетъ и всякій знаетъ, что при этомъ изъ тѣла исче-

---

[1]) Оттого, что у него поверхность тѣла, съ которой происходятъ главныя потери тепла, сравнительно съ массой (или вѣсомъ) тѣла, больше. Съ этимъ фактомъ мы уже встрѣтились выше въ главѣ о дыханіи.

заетъ жиръ; но болѣе точныя наблюденія показываютъ, что уменьшается также масса мяса и исчезаетъ гликогенъ (углеводъ) изъ печени и мышцъ.

Величина теплового расхода опредѣляется калориметрически. Пріемникъ, въ которомъ сидитъ животное, окружаютъ измѣреннымъ большимъ количествомъ воздуха или воды извѣстной температуры, и сюда, этимъ веществамъ, имѣетъ передаваться развиваемая животнымъ теплота. Для того же чтобы переданное тепло сохранялось здѣсь, пространство съ водою или воздухомъ окружаютъ рядомъ худыхъ проводниковъ. По количеству тепла, переданному водѣ или воздуху, судятъ о количествѣ его, развившемся въ теченіе того же времени въ тѣлѣ животнаго. Способъ этотъ, очевидно, приложимъ и къ измѣренію теплового прихода, такъ какъ приходъ и расходъ его равны другъ другу; притомъ, будучи прямымъ, онъ, очевидно, имѣетъ преимущества передъ косвеннымъ опредѣленіемъ теплообразованія изъ теплотъ сгоранія пищевыхъ веществъ; но, къ сожалѣнію, онъ трудно примѣнимъ къ человѣку. Какъ бы то ни было, но калориметрическіе опыты на животныхъ оказали въ послѣднее время истинную услугу, подтвердивъ результаты, полученные вышеприведеннымъ косвеннымъ способомъ.

Что касается до путей, которыми теряется тепло изъ тѣла, то изученіе этого вопроса показало слѣдующее: всего больше теряется тепла кожей (испареніемъ воды, лучеиспусканіемъ и проведеніемъ), именно до 85% всего количества; затѣмъ идетъ потеря на испареніе воды въ легкихъ—9%; и, наконецъ, на согрѣваніе всей пищи и вдыхаемаго воздуха—6%. Такимъ образомъ, при величинѣ теплового прихода въ 2400 Cal.

Потери	кожей составляютъ	2040	Cal.
„	испарен. воды изъ легкаго.	216	„
„	на согрѣв. пищи и воздуха	144	„

Теплота распредѣлена не во всѣхъ частяхъ тѣла равно-

мѣрно т. е. не всѣ части тѣла нагрѣты до одинаковой температуры. Тамъ, гдѣ потери тепла происходятъ быстрѣе, температура должна быть ниже и наоборотъ: оттого кожа холоднѣе внутреннихъ частей тѣла; кровь, оттекающая отъ легкихъ, холоднѣе, чѣмъ кровь притекающая къ нимъ. Въ мѣстахъ, гдѣ разложеніе веществъ идетъ сильнѣе, тепла должно развиваться больше—кровь, оттекающая отъ такихъ мѣстъ, должна быть теплѣе. По этой причинѣ кровь, оттекающая отъ печени, имѣетъ очень высокую температуру (около 40° Ц); венная кровь мышцъ и железъ бываетъ во время работы этихъ органовъ теплѣе, чѣмъ при покоѣ ихъ. Всѣ эти мѣстныя температурныя разницы не достигаютъ, однако, большихъ цифръ, потому что въ крови, при ея быстромъ протеканіи по тѣлу струи болѣе согрѣтые быстро смѣшиваются съ струями менѣе согрѣтыми, и такимъ образомъ разницы выравниваются. Кровь, протекающая по болѣе холодной кожѣ, умѣряетъ температуру внутреннихъ частей.

Перемѣны въ теченіи крови по кожѣ играютъ вообще существенную роль въ такъ называемомъ регулированіи теплоты, т. е. въ сохраненіи постоянства температуры тѣла, не смотря на рѣзкія колебанія ея въ окружающей атмосферѣ. Легко понять въ самомъ дѣлѣ, что неизмѣнность температуры тѣла при условіи, когда окружающій воздухъ становится, напр., холоднѣе, можетъ поддерживаться или усиленіемъ образованія тепла, или уменьшеніемъ его отдачи черезъ кожу; а при противоположномъ условіи — ослабленіемъ производства тепла или усиленіемъ его отдачи черезъ кожу. Вотъ въ этомъ-то ослабленіи и усиленіи тепловыхъ потерь черезъ кожу и играетъ роль движеніе по ней крови. Именно, на холоду кожа блѣднѣетъ, по ней протекаетъ значительно меньше крови, чѣмъ въ теплѣ, поэтому количество охлажденной кожной крови, примѣшиваясь къ крови внутреннихъ органовъ, охлаждаетъ ее въ меньшей степени. На теплѣ (напр., въ банѣ) кожа, наоборотъ, краснѣетъ, къ

ней притекаетъ больше крови, съ поверхности кожи испаряется значительно больше жидкости поэтому охлажденной кожной крови притекаетъ къ внутреннимъ частямъ тѣла болѣе обыкновеннаго и температура ихъ сильнѣе умѣряется. То же самое бываетъ при сильной мышечной работѣ; тогда внутри тѣла развивается очень много тепла (при этомъ усиливается дыхательная дѣятельность!)—кожа тоже краснѣетъ и отдѣляетъ много пота, испареніе котораго сильно ее охлаждаетъ. Что же касается до регулированія тепла усиленной или ослабленной теплопродукціей, то съ этими фактами мы уже встрѣтились въ главѣ „О дыханіи“, гдѣ было показано, что охлажденіе тѣла (до извѣстной степени) усиливаетъ дыхательную дѣятельность съ ея непосредственнымъ послѣдствіемъ, развитіемъ тепла; а согрѣваніе тѣла дѣйствуетъ обратно.

Такова совокупность тепловыхъ явленій въ тѣлѣ животнаго при покоѣ.

С ъ пищей и вдыхаемымъ кислородомъ животное вводитъ извнѣ въ свое тѣло извѣстный запасъ энергіи и, въ случаѣ, если не производитъ внѣшней работы, возвращаетъ весь этотъ запасъ въ формѣ тепла назадъ въ окружающую среду.

Насколько велика эта потеря, можно судить потому, что суточное количество выдѣляемаго тепла (2400 Cal.) способно вскипятить болѣе пуда воды, охлажденной до 0^0 Кромѣ того, она представляется тратой совершенно безполезной и для окружающей насъ среды (она не дѣлается отъ нашихъ тепловыхъ потерь теплѣе) и для животнаго; но по отношенію къ послѣднему безполезность ея лишь кажущаяся. Только равенствомъ теплового расхода съ приходомъ достигается у теплокровнаго животнаго необходимое для его жизни условіе—сохраненіе на неизмѣнной высотѣ температуры его тѣла. Распространяться о жизненномъ значеніи этого условія нечего; стоитъ только вспомнить, что на

холоду обмираютъ даже деревья. не говоря о насѣкомыхъ, подверженныхъ зимней спячкѣ животныхъ и замерзающихъ людяхъ [1]). Если окружить теплокровное животное льдомъ и измѣрять въ то же время температуру внутреннихъ частей тѣла, то оно умираетъ прежде, чѣмъ охладится до 20° Согрѣванiе тѣла свыше 42°—43° Ц. животныя тоже не переносятъ.

---

[1]) Покрыванiе тѣла теплой одеждой соотвѣтствуетъ окруженiю его слоемъ воздуха, согрѣтымъ выдѣляемой животной теплотой.

Изданія О. Н. Поповой.

ДОБРОЛЮБОВЪ, Н. А. Собраніе сочиненій. Изд. 5-е, въ 4 том., съ портр. автора и біографіей, составленной А. М. Скабичевскимъ. Цѣна (безъ пересылки) 7 р.

ШЕЛГУНОВЪ, Н. Собраніе сочиненій. Изд. 2-е, дополн., въ 2-хъ т. Цѣна 3 р.

ШЕЛГУНОВЪ, Н. Очерки русской жизни. Спб. 1896 г. Цѣна 2 р.

МИХАЙЛОВСКІЙ, Н. К. Критическіе опыты. III. Іоаннъ Грозный въ русской литературѣ. —Герой безвременья. Спб. 1895 г. Цѣна 1 р.

ДИТЯТИНЪ, И. Статьи по исторіи русскаго права. Цѣна 2 р. 50 к.

КАРѢЕВЪ. Н. И. Историко-философскіе и соціологическіе этюды. Спб. 1895 г. Цѣна 1 р. 25 к.

КАРѢЕВЪ, Н. Введеніе въ курсъ исторіи древняго міра (Греція и Римъ). Спб. 1895 г. Цѣна 40 к.

КРИВЕНКО, С. Н. На распутьи. Культурные колонисты и одиночки. Спб. 1895 г. Ц. 1 р. 25 к.

РУБАКИНЪ, Н. А. Этюды о русской читающей публикѣ. Спб. 1895 г. Цѣна 1 р. 50 к.

ОСТРОГОРСКІЙ, ВИКТОРЪ. Изъ исторіи моего учительства. Какъ я сдѣлался учителемъ (1851—1864 г.). Спб. 1895 г. Цѣна 1 р. 25 к.

МАМИНЪ-СИБИРЯКЪ, Д. Три конца. Уральская лѣтопись. Спб. 1895 г. Цѣна 2 р.

НЕМИРОВИЧЪ-ДАНЧЕНКО, Вас. И. Волчья сыть, ром. въ 3-хъ ч. Спб. 1897 г. Цѣна 1 р. 50 к.

СТАНЮКОВИЧЪ. К. М. Морскіе силуэты. Спб. 1896 г. Цѣна 1 р.

СТАНЮКОВИЧЪ, К. М. Откровенные. Ром. въ 2-хъ ч. Спб. 1895 г. Ц. 1 р. 50 к.

НАУМОВЪ, Н. И. Собраніе сочиненій. 2 т. Спб. 1897. Ц. 3 р.

БУНИНЪ, ИВ. „На край свѣта“ и др. разсказы. Спб. 1897. Ц. 1 р.

ДАРВИНЪ, Ч. Собраніе сочиненій. Общедоступн. изд. въ 2-хъ т. Полные переводы, провѣрен. по послѣдн. англ. изд. Съ рисунками. Ц. 4 р. 50 к. Т. I. Вступительная статья проф. К. Тимирязева — Автобіографія Дарвина. Пер. проф. К. Тимирязева.—Путешествіе вокругъ свѣта на ко-

раблѣ „Бигль“. Пер. Е. Бекетовой, подъ ред. проф. А. Бекетова.—Происхожденіе видовъ. Новый пер. проф. К. Тимирязева. Т. II. Происхожденіе человѣка и половой подборъ. Пер. проф. И. Сѣченова.—О выраженіи ощущеній у человѣка и животныхъ. Пер. подъ ред. академика А. О. Ковалевскаго.

ТЭЙЛОРЪ, ЭДУАРДЪ Б. Первобытная культура. Изслѣдованія развитія миѳологіи, философіи, религіи, языка, искусства и обычаевъ. 2-е изд., испр. и доп. по 3-му англ. изд. (1891), подъ ред. Д. А. Коропчевскаго, въ 2-хъ т. Спб. 1896 - 1897 г. Ц. 4 р.

РЕКЛЮ, Э. Земля.—Описаніе жизни земного шара. Перев. безъ пропусковъ съ посл. франц. изд., подъ ред. и съ примѣч. Н. А. Рубакина и съ прилож. списка научно-популярныхъ книгъ. Спб. 1895 г. Вып I (распроданъ, печатается 2-ое изданіе). Земля, какъ планета.—Горы и равнины. Ц. 90 к.—Вып. II. Круговоротъ воды на земномъ шарѣ. Ц. 1 р. 30 к.—Вып. III. Подземныя силы (Вулканы, землетрясенія, поднятія и опусканія почвы). Цѣна 1 р. 10 к.—Вып. IV. Океанъ. Ц. 1 р. 10 к.—Вып. V. Атмосфера. Ц. 1 р.—Вып. VI. Жизнь на земномъ шарѣ. Цѣна 1 р. 30 к. Каждый выпускъ снабженъ многочисл. рис. и географ. картами.

РЕКЛЮ, Э. Земля и Люди. Всемірная географія. Вып. I. Швеція и Норвегія. Полн. пер. съ фр. П. Краснова. Съ 76 рис., съ прилож. очерка государствен. устройства и біогр. указаніями. Спб. 1896 г. Цѣна 1 р Вып. II-й. Бельгія и Голландія. Полн. перев. съ франц. Пл. Краснова. Съ приложеніемъ очерка госуд. устройства обоихъ государствъ и статистическихъ свѣдѣній, относящихся до Бельгіи и Голландіи, составл. Д. Протопоповымъ, и библіограф. указателемъ. 67 рисунковъ и 9 чертежей. 1897 г. Ц. 1 р.

ЛЕТУРНО. Ш. Соціологія, основанная на этнографіи. Вып. I. Съ 53 рис. Спб. 1896 г. Цѣна 60 коп.—Вып. II. Спб , 1897 г. Ц. 1.

ЛЕББОКЪ, Д. Какъ надо жить. (The use of life). Пер. съ англійскаго Д. Коропчевскаго. Спб. 1895 г. Цѣна 80 к.

ЛИ, ІОНАСЪ. Ніобея. Ром. Пер. О. Поповой. Спб. Цѣна 60 к.

Для юношества:

ГОЛЬМСЪ, Ф. М. Великіе люди и ихъ великія произведенія. Разсказы о сооруженіяхъ знаменитыхъ инженеровъ. Пер. съ англійскаго. съ

приложеніемъ историч. очерка развитія желѣзныхъ дорогъ, пароходства и сооруженія мостовъ и тунелей въ Россіи, составленнаго II. Красновымъ. 77 рисунковъ. Спб. 1897 г. Ц. 1 р. 50 к., въ папкѣ 1 р. 60 к.

ГЕМФРИ УОРДЪ. **Давидъ Гривъ. Разсказъ о томъ, какъ человѣкъ нашелъ дорогу въ жизни**. Пер. съ англ. А. Каррикъ съ 10-ью оригинальными рисунками въ текстѣ. Спб. 1897. Ц. 50 к.: въ папкѣ 60 к.

Для дѣтей:

„100 разсказовъ изъ жизни животныхъ“. (Для младшаго возраста. Учен. Комит. М. Н. П. допущена въ ученич. библ. средн. учебн. заведеній для младш. возраста и въ ученич. библ. низшихъ училищъ)· Перев. съ англ. З. Журавской. 53 рис. Спб. 1897 г. Ц. 50 к., въ папкѣ 60 к.

ГЕКТОРЪ МАЛО **«Безъ семьи»**. Пер. съ франц. М. Круковского. съ 27 рисунками. Спб. 1897 Ц. 50к.; въ папкѣ 60 к.

Народная библіотека:

БУНИНЪ, И. На край свѣта. — Кастрюкъ. Разсказы. Спб 1897 г. Ц. 10 к.

МАМИНЪ-СИБИРЯКЪ, Д. Исповѣдь. Разсказъ. 1897 г. Ц. 5 коп.

РУБАКИНЪ, Н. Приключенія двухъ кораблей, или разсказы о царствѣ вѣчнаго холода. Учен. Ком. М-ва Нар. Пр. рекомендована для уч. мл. возр· библ. сред. учеб. зав., для уч. библ. гор. нач. школъ и для безпл. нар. читаленъ. Съ 34 рис. Спб. 1896. Ц. 20 к.

РУБАКИНЪ, Н. А. Разсказы о великихъ и грозныхъ явленіяхъ природы. Изданіе 3-е. Печ. безъ перемѣнъ съ 1-го изданія, допущ. въ учен. библ. нар. училищъ М—мъ Нар. Просв. Со многими рисунками. Спб. 1896. Ц. 18 к.

Культурно-историческая библіотека.

ГИББИНСЪ, Г. Промышленная исторія Англіи. Пер. А. В. Каменскаго. Спб. 1895 г. Цѣна 80 к.

КОРЕЛИНЪ, М. Паденіе античнаго міросозерцанія. Лекціи, чит. въ Моск. политехн. музеѣ. Спб. 1895 г. Цѣна 75 к.

ГОЛЬЦЕВЪ, В. Законодательство и нравы въ Россіи XVIII вѣка. Спб. 1896 г. Цѣна 1 р. 25 к.

МИНЬЕ. Исторія французской революціи. Пер. подъ ред. и съ предисл.